



Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa

Indicadores de qualidade do solo em pomares de pereira 'Rocha' - enrelvamento permanente *versus* mobilização

Ana Raquel Martinho da Silva Felizardo Rodrigues

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Professor Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: - Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

- Doutor Fernando Manuel Girão Monteiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2012

Agradecimentos

Cada um escolhe o seu caminho, mas ninguém o percorre sozinho. Aqui ficam algumas palavras de agradecimento a todos os que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

À Associação de Produtores Agrícolas da Sobrena (APAS), em especial aos Engenheiros Cláudia Madeira, Gonçalo Daniel e João Azevedo, pela colaboração imprescindível na escolha, caracterização e acesso aos locais de estudo.

Aos fruticultores José Domingos e Luís Damásio, por permitirem a recolha de amostras de solo e vegetação, pelos esclarecimentos de todas as dúvidas e pelo interesse demonstrado, sem o qual este trabalho não faria sentido.

Ao Professor Manuel Madeira, toda a gratidão por esta e tantas outras oportunidades e incentivos constantes para aprofundar e aperfeiçoar conhecimentos, e pelas críticas e sugestões que me permitiram ir mais longe.

À Professora Cristina Oliveira agradeço a simpatia e disponibilidade com que me ajudou no contacto com a APAS, dando-me confiança para avançar desde o primeiro dia.

Ao Professor Fernando Girão Monteiro, pelas correcções, críticas e discussão finais que em tanto enriqueceram e aperfeiçoaram este trabalho.

Agradeço ao Professor António Fabião, pelo apoio nas questões relacionadas com a caracterização da vegetação espontânea.

Ao Professor José Carlos Costa agradeço a preciosa ajuda na identificação das espécies herbáceas colhidas nos locais de ensaio.

Agradeço ao Professor João Coutinho da UTAD, pela disponibilidade para efectuar todas as determinações em Autoanalyzer, sem as quais não teria sido possível obter grande parte dos resultados.

Deixo ainda um agradecimento ao Professor Jorge Cadima, pelos esclarecimentos sobre o correcto tratamento estatístico dos dados.

Aos funcionários do Laboratório de Pedologia do ISA (DRAT) - Ana Maria Baptista, Isabel Balsemão, Maria da Conceição Silva, Maria João Novo e José Correia -

agradeço todo o apoio, paciência e amizade que comigo partilharam ao longo destes meses de trabalho.

Um agradecimento especial ao Mestre Paulo Marques, com quem pude sempre contar ao longo deste percurso, desde a colheita de amostras até à discussão dos resultados, passando pela execução de diversas determinações laboratoriais.

À Dra. Maria Xésus Gómez-Rey agradeço o espírito crítico e a partilha de ideias e artigos que me permitiram entender mais e melhor o fascínio do estudo da biologia do solo.

O meu sincero obrigado às colegas Laura Monteiro e Mariana Silva, que me acompanharam neste e noutros trabalhos ao longo do semestre par na sua disciplina de Projecto, pela excelente oportunidade de aprendizagem que me proporcionaram.

Agradeço do fundo do coração à minha família que me apoiou, incentivou e não deixou de acreditar em mim: ao meu marido David por fazer com que tudo valha a pena; aos meus pais Violinda e Eduardo, sempre confiantes e dispostos a ajudar no que for preciso; ao meu irmão Edgar, por ser exemplo de honestidade e modéstia perante os maiores desafios; à minha avó Isaura, de quem certamente herdei o gosto pela terra; ao meu sogro Marcos por me acolher carinhosamente na família Rodrigues e me ensinar a calma e a perseverança; aos meus cunhados Carla e Manuel por estarem sempre prontos a partilhar um sorriso sincero; aos meus sobrinhos Francisco e Carlota por serem o espelho do amanhã que me enche de esperança; e finalmente ao gato Becas que todos os dias me lembra a importância de apenas 'ser'.

Resumo

Diferentes sistemas de gestão induzem alterações ao funcionamento dos ecossistemas, modificando a qualidade do solo. Neste contexto torna-se fundamental o uso de indicadores físicos, químicos e biológicos para avaliar os efeitos da gestão nos processos e funções do solo. Tal é o caso dos pomares de pêra 'Rocha' (*Pyrus communis* L.) cuja produção representa um importante valor económico e especificidade na região NUT II Centro.

Seleccionaram-se quatro pomares com diferentes sistemas de gestão das entrelinhas (NT - não mobilização com enrelvamento natural permanente; CT+E - mobilização com incorporação de estrume; CT1 e CT2 - mobilização convencional). Determinaram-se: massa volúmica aparente, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ de troca, pH, P e K extraíveis, C orgânico e N totais, C não humificado e solúvel em água quente, C e N da biomassa microbiana, mineralização de C e N, biomassa e biodiversidade da vegetação espontânea.

O pomar NT mostrou melhor qualidade na camada superficial do solo da entrelinha. O sistema CT+E registou o maior aumento da matéria orgânica, mas menor potencial para reciclar e disponibilizar nutrientes. CT1 e CT2 apresentam tendência de declínio da matéria orgânica e deterioração das propriedades relacionadas. Estudos experimentais de longo prazo são necessários para identificar a consistência destas tendências.

Palavras chave: indicadores de qualidade do solo; matéria orgânica do solo; pereira 'Rocha'; gestão do solo; enrelvamento; mobilização.

Abstract

Different management systems induce modifications on ecosystems functioning, changing soil quality. In the context of growing concern for sustainability issues it becomes crucial to use physical, chemical and biological indicators able to identify effects on soil properties and processes. Such is the case of the Portuguese 'Rocha' pear (*Pyrus communis* L.) groves which represent an important economical value and specificity, mainly in the Centro NUT II region.

Four orchards subjected to different management systems were selected (NT - no tillage with permanent natural cover crop; CT+E - tillage with manure incorporation; CT1 and CT2 - conventional tillage). Bulk density, exchangeable Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} and K^{+} , pH, extractable P and K, total organic C and N, non humified and hot water soluble C, microbial biomass C and N, C and N mineralization, spontaneous vegetation biomass and biodiversity were determined.

The NT orchard showed better quality in the upper layer of soil between tree rows. The CT+E system showed the greater increase in organic matter, but lower potential to nutrient recycling and supply. CT1 and CT2 presented a tendency to organic matter decline and deterioration of related properties. Long term experiments are needed to confirm these trends.

Key words: soil quality indicators; soil organic matter; 'Rocha' pear; soil management; cover crop; tillage.

Extended Abstract

Management practices can induce modifications on various components and processes of the agroecosystem, including soil properties and resulting quality. In a context of increasing concern with sustainability and environmental health, it is important to assess the effects that different management systems may have on soil functions.

Soil quality indicators can be acquired by determining physical, chemical and biological properties, which are able to efficiently identify and distinguish changes in soil processes.

Pear (*Pyrus communis* L.) production, mostly represented by the variety 'Rocha', represents an important cultured area, economical value and distinctive specificity in Centro NUT II region of Portugal.

In this study it is proposed to evaluate the effects of different pear grove management systems on some commonly determined soil properties, as well as the ability of those features to discriminate different practices.

Four contrasting management systems were compared: NT - no tillage and permanent cover crop for the past 6 years; CT+E - tillage with incorporation of 5000 kg ha⁻¹ of manure per year; CT1 and CT2 - conventional tillage at different depths. Soil quality indicators determined were: bulk density, exchangeable base cations (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ and K⁺), pH, total carbonates, active limestone, extractable P and K, total N, total organic C, non humified C, hot water soluble C, microbial biomass C and N, C and N mineralization rates, spontaneous vegetation biomass and biodiversity index.

Most indicators were positively correlated with soil organic carbon, and differences between management systems greatly rely on organic matter quantity, quality and management.

The no tillage system showed improvement of diverse soil qualitative aspects, associated with organic residues addition from the cover crop, but only in the upper layer of soil between tree rows. Comparatively, the manure incorporation system promotes greater increase on total soil organic carbon (54, 60 and 59% more than NT, CT1 and CT2 respectively) and labile fractions, with notorious improvements in soil physical and chemical quality, but showed lower biological activity than the no tillage orchard. Soils subjected to conventional tillage revealed a tendency for organic matter decrease, especially in deeper soil layers, along with deterioration of soil physical conditions and reduction of microbial activity and nutrient availability.

Long term experiments are essential to confirm these results and further understand the ecosystem's modifications involved.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	IV
Extended Abstract	V
Índice	VI
Índice de Figuras	IX
Índice de Quadros	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 LOCALIZAÇÃO	12
2.2 CLIMA	13
2.3 SOLOS	14
2.4 SISTEMAS DE GESTÃO DO SOLO	14
2.5 AMOSTRAGENS	16
2.6 METODOLOGIAS LABORATORIAIS	17
2.6.1 Determinações físicas e químicas	17
2.6.2 Determinações biológicas	18
2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
3 RESULTADOS	22
3.1 MASSA VOLÚMICA APARENTE	22
3.2 REACÇÃO DO SOLO	23
3.3 CARBONATOS TOTAIS E CALCÁRIO ACTIVO	24
3.4 BASES EXTRAÍVEIS	25
3.5 FÓSFORO E POTÁSSIO EXTRAÍVEIS	26
3.6 CARBONO ORGÂNICO	28
3.7 AZOTO TOTAL E RAZÃO C:N	29
3.8 C E N DA BIOMASSA MICROBIANA	30
3.9 MINERALIZAÇÃO DE CARBONO	31

3.10 MINERALIZAÇÃO DE AZOTO	33
3.11 BIOMASSA E COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA	36
4 DISCUSSÃO	38
5 CONCLUSÕES	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

ANEXOS

Anexo I - Normais climatológicas da estação meteorológica de Caldas da Rainha entre 1936 e 1960 (Fonte: Ferreira, 1970)	i
---	---

Anexo II - Representações gráficas das médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da humidade relativa às 9 e às 18 h, na estação meteorológica de Rio Maior entre 1936 e 1960	iii
--	-----

Anexo II - Figuras ilustrativas de alguns utensílios usados nos métodos de mineralização e quantificação de C e N da biomassa microbiana	iv
--	----

Anexo IV - Composição das amostras de solo usadas nas determinações biológicas e respectivo teor de humidade (solo seco a 105° C) para as duas posições (L e E) dos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)	vi
--	----

Anexo V - Massa volúmica aparente (g m^{-3}) das amostras de solo colhidas nas duas posições (L e E) e nas duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) nas árvores seleccionadas nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)	vii
---	-----

Anexo VI - Resultados das determinações químicas realizadas nas amostras de solo colhidas nas duas posições (L e E) e duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) nas árvores seleccionadas nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)	xi
---	----

Anexo VII - Resultados das determinações de C e N da biomassa microbiana (mg g^{-1}) das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)	xviii
--	-------

Anexo VIII - Volume de HCl (mL) gasto na titulação e teor de C-CO₂ absorvido (mg kg⁻¹ dia⁻¹) ao longo de 119 dias de incubação nas amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)xxii

Anexo IX - Teores de N-NH⁴⁺ (mg kg⁻¹) ao longo de 112 dias de incubação aeróbia das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)xxiv

Anexo X - Teores de N-NO³⁻ (mg kg⁻¹) ao longo de 112 dias de incubação aeróbia das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)xxv

Anexo XI - Biomassa da parte aérea da vegetação espontânea e número de intersecções para cada espécie identificada nas entrelinhas dos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2)xxvi

Anexo XII - Resumos das análises de variância dos efeitos dos factores 'Gestão', 'Posição' e 'Profundidade' sobre os indicadores de qualidade (n.s. - não significativo; * - significativo para p<0,05; ** - significativo para p<0,01)xxvii

Anexo XIII - Coeficientes de correlação (*r*) entre os vários indicadores de qualidade determinados para os quatro pomares em estudo. Valores a vermelho são significativos para α=0,05xxxv

Índice de Figuras

Figura 1 - Localização das áreas de estudo em Alguber (Cadaval) e A-dos-Ruivos (Bombarral), na região NUT III Oeste de Portugal continental	12
Figura 2 - Termopluviograma das médias mensais de temperatura e precipitação registadas na estação meteorológica de Caldas da Rainha entre 1936 e 1960	13
Figura 3 - Carbono libertado na forma de CO_2 ao longo de 120 dias de incubação por quilograma de solo seco, para cada pomar (NT - não mobilizado, CT+E - mobilizado com estrume; CT1 e CT2 - mobilização convencional) e cada posição de amostragem (L - linha de plantação; E - entrelinha)	32
Figura 4 - Evolução das concentrações de N-NH_4^+ (a) e N-NO_3^- (b) ao longo de 16 semanas de incubação aeróbia sem lixiviação, para cada pomar, e cada posição de amostragem, conforme referidos na figura 3	34

Índice de Quadros

Quadro 1- Valores médios \pm desvio padrão da massa volúmica aparente (MV_{ap}) para os diferentes níveis dos factores 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional), 'Posição' (L - linha, E - entrelinha), 'Profundidade' (0-10 e 10-20 cm) e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição' (NT, CT1 e CT2 n=12; CT+E n=6)22

Quadro 2 - Valores médios \pm desvio padrão de pH-H₂O e pH-KCl para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 124

Quadro 3 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbonatos totais e calcário activo para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 125

Quadro 4 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+}) e soma das bases para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 126

Quadro 5 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de fósforo e potássio extraíveis pelos métodos de Egnér-Riehm (P_{ER} e K) e Olsen (P_O) para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 127

Quadro 6 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbono orgânico total (C_{org}), carbono não humificado (C_{nHum}), carbono solúvel em água quente (C_{HW}) e percentagens de C_{nHum} e C_{HW} em relação ao C_{org} , para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 128

Quadro 7 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de azoto total (N) e razão C:N, para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da

interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 130

Quadro 8 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbono (C_{mic}) e azoto (N_{mic}) quantificados na biomassa microbiana, respectivos quocientes microbianos (Q_C e Q_N) e razão carbono-azoto da biomassa microbiana ($C_{mic}:N_{mic}$), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional), 'Posição' (L - linha, E - entrelinha) e respectiva interacção (n=6)31

Quadro 9 - Valores médios \pm desvio padrão do carbono mineralizado total (C_{min}), taxa de mineralização de carbono ao 7º e ao 119º dia (C_{min7} e C_{min119}) e quociente metabólico (qCO_2), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e respectiva interacção, conforme referidos no quadro 833

Quadro 10 - Valores médios \pm desvio padrão do azoto líquido mineralizado em iões amónio e nitrato ($N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$) e taxa de mineralização líquida de azoto ($(N-NH_4^++N-NO_3^-)/N_{total}$), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e respectiva interacção, conforme referidos no quadro 835

Quadro 11 - Valores médios \pm desvio padrão da biomassa da parte aérea da vegetação herbácea (n=5) para os diferentes níveis do factor 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional)36

Quadro 12 - Percentagem de coberto das espécies vegetais herbáceas presentes num transecto de 10 m nas entrelinhas dos sistemas de gestão referidos no quadro 11, respectivo índice de diversidade de Shannon-Weaver (H) e equitabilidade (J)37

1 INTRODUÇÃO

Os pomares de pereira (*Pyrus communis* L.) da cultivar 'Rocha', para além da reconhecida especificidade já distinguida pela atribuição de Denominação de Origem Protegida, revestem-se de grande importância económica na fruticultura portuguesa, principalmente na região NUT II Centro, onde se concentra cerca de 90% da área nacional dedicada à produção de pêra (INE, 2011).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, em 2010 existiam em Portugal 10 969 hectares de pomar de pereira, a grande maioria dos quais da variedade 'Rocha'. No mesmo ano, a produção desta variedade atingiu as 171 248 toneladas, correspondendo a 97% da produção nacional de pêra (ANP, 2010; INE, 2011).

Apesar da pequena dimensão média das explorações produtoras (inferior a um hectare em 2009), as organizações de produtores e cooperativas têm permitido a concentração, valorização e crescente exportação da produção. Das 224 mil toneladas de pêra de produção nacional que entraram no mercado português no ano de consumo 2009/2010 (Julho a Junho), cerca de 91 mil foram exportados, com a restante produção a suplantar ainda as necessidades de consumo interno (INE, 2011).

As práticas de gestão do solo podem induzir alterações em vários componentes do ecossistema do pomar, modificando as condições de crescimento e produção das árvores. Diferentes sistemas de gestão do solo podem resultar em diferentes microclimas, propriedades físicas e disponibilidade de água e nutrientes, bem como influenciar a abundância e prevalência de outras espécies, incluindo pragas e doenças (Haynes, 1980).

Durante o século XX assistiu-se à intensificação do uso e exploração do solo dos pomares, motivada pelo aumento mundial da produção e do consumo de frutos frescos. O uso de árvores ananizadas em crescentes densidades de plantação tornou este agroecossistema mais competitivo por recursos fundamentais ao bom desenvolvimento e produção das espécies vegetais (Gut & Weibel, 2005). Sendo a água o factor que mais restringe a produção nas regiões mediterrâneas, a gestão do solo passou a ser função da sua disponibilidade máxima para a cultura.

As mobilizações de solo foram durante muitas décadas vistas como a melhor forma de gestão em pomares. Além de impedirem o estabelecimento de infestantes potencialmente competidoras por recursos, considerou-se que as mobilizações do solo aumentavam a infiltração de água através da quebra da crosta superficial e do aumento da rugosidade da superfície (Ozpinar & Cay, 2006). Contudo, este efeito benéfico imediato pode não ter significado na utilização de água pela cultura lenhosa,

podendo até ser comprometido, a longo prazo, pelo declínio do teor de matéria orgânica, diminuição da estabilidade estrutural e consequente redução da porosidade do solo (Martins *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2005). De facto, sistemas de mobilização intensiva provocam, a curto prazo, o decréscimo da massa volúmica aparente e o aumento da porosidade na camada mobilizada do solo, promovendo em contrapartida a formação de calo de lavoura subsuperficial com consequências negativas sobre a circulação de água e a expansão de raízes (Gómez *et al.*, 1999). Ainda em consequência da destruição da agregação, o impacto das gotas de água na superfície do solo pode levar à formação de uma crosta, reduzindo a infiltração, aumentando o escoamento superficial e o risco de erosão (Haynes, 1980).

Vários estudos têm revelado múltiplas vantagens dos sistemas de gestão do solo sem ou com reduzidas mobilizações, sendo principalmente visíveis: a melhoria da agregação natural, que favorece o sistema de porosidade e a retenção de água, o decréscimo dos riscos de formação do calo de lavoura, a diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação ou arrastamento de partículas, o retardamento da decomposição e mineralização da matéria orgânica pela redução do arejamento, a melhoria do desenvolvimento do sistema radicular superficial e a redução de custos de equipamento, manutenção e energia (Gómez *et al.*, 1999; Soares, 2001; Wright *et al.*, 2005; Bescansa *et al.*, 2006; Ozpinar & Cay, 2006).

Aproveitando a dualidade de habitats do solo no pomar - a linha, onde as árvores de fruto se desenvolvem, e a entrelinha, sujeita ao tráfego de máquinas e pessoas decorrente das diversas práticas de gestão - e tendo em conta a relativa tolerância das árvores fruteiras à presença de infestantes a partir do quarto ou quinto ano, pelo menos em algumas fases do ciclo produtivo, têm sido adoptados sistemas que incluem a presença de vegetação herbácea na entrelinha (enrelvamento) durante toda ou parte da época produtiva, enquanto a linha é mantida limpa por acção de herbicidas ou mobilização superficial do solo (Gut & Weibel, 2004).

A cobertura herbácea viva permite uma protecção física imediata contra a erosão e escoamento superficial, através da redução do impacto das gotas de chuva, e da capacidade do sistema radicular para reter as partículas de solo e melhorar a infiltração (Celette *et al.*, 2008). A longo prazo, leva à acumulação de matéria orgânica e à melhoria da agregação e estabilidade da estrutura do solo, bem como ao aumento da actividade biológica e da capacidade de reciclagem de nutrientes (Morlat & Jacques, 2003; Hernández *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2010; Haynes, 1980; Oades, 1984).

Por outro lado, conforme apontado por Jose *et al.* (2004) a procura de sistemas sustentáveis altamente produtivos trouxe um renovado interesse pelos sistemas

agroflorestais nas zonas temperadas. Adaptados à fruticultura, poderão ser úteis estudos para novas funções de aproveitamento do solo da entrelinha, maximizando o seu uso e rentabilidade. Como exemplo, o trabalho de Martins *et al.* (2011) relata as interessantes vantagens da multifuncionalidade do uso do solo em pomares de castanheiro (soutos).

Em Portugal, a regulamentação das práticas de Produção Integrada (Decreto-Lei n.º 180/95) e o apoio à implementação de Medidas Agro-Ambientais levaram muitos agricultores a uma reconversão de hábitos e à adopção de formas de gestão do solo menos gravosas, ecológica e economicamente. Actualmente, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 256/2009, é obrigatória a manutenção de um coberto vegetal entre 25 de Novembro e 1 de Março em sistema de Produção Integrada (Cavaco, 2011). No entanto, quer por desconhecimento, quer pelas dificuldades de implementação de sistemas experimentais locais, é notória a falta de informação disponível relativamente à optimização de métodos de gestão do solo junto dos fruticultores, a grande maioria dos quais baseia as tomadas de decisão na tradição dos conhecimentos empíricos e na rentabilidade económica imediata.

No contexto actual de crescente preocupação com as funções e a sustentabilidade dos ecossistemas, o sistema solo tem sido alvo de inúmeros estudos no sentido de compreender e caracterizar os processos pelos quais os sistemas de gestão afectam a sua qualidade e assim determinar qual ou quais as práticas mais adequadas ao bom desempenho económico e ambiental do agroecossistema.

O conceito de qualidade do solo pode definir-se pelo seu grau de adequação a um determinado uso, ou seja, pela capacidade do solo para desempenhar um conjunto de funções necessárias para atingir os objectivos de gestão propostos. Doran & Safley (1997), citados por Schlöter *et al.* (2003), definiram genericamente a qualidade de um solo como a capacidade deste para funcionar como sistema vivo dentro dos limites do ecossistema, para manter a qualidade ambiental, sustentar a produtividade biológica e promover a saúde vegetal, animal e humana.

Através da periódica determinação de algumas propriedades físicas, químicas e biológicas relevantes para as funções do solo, podem obter-se indicadores de qualidade. Estes devem ser fáceis de medir por métodos reprodutíveis, funcionar igualmente bem em qualquer meio e ter capacidade para revelar e localizar eficazmente possíveis desvios (Schlöter *et al.*, 2003).

Dada a natureza dinâmica e interrelacional dos processos envolvidos nas diferentes funções do solo, dificilmente um único indicador será suficiente para definir a sua

qualidade. Considera-se, por isso, necessária a inclusão de vários indicadores nesta avaliação, devendo a escolha ter em conta a sensibilidade destes aos processos a monitorizar (Brady & Weil, 2008). De facto, algumas propriedades intrínsecas do solo, como a mineralogia ou a textura, são importantes para as decisões de gestão, mas não manifestam alterações decorrentes desta. Outras são susceptíveis de se modificarem tão rapidamente que o seu uso como indicador de qualidade poderá ser problemático, servindo apenas de indicadores de necessidades de intervenção a curto prazo, como será o caso do teor de água e da disponibilidade de nutrientes do solo. Entre estes extremos existem propriedades alteráveis apenas após longos períodos de gestão e que têm grande influência sobre processos fundamentais do solo, como é o caso do teor de matéria orgânica, das fracções de carbono activo ou da biomassa microbiana.

Neste contexto, seleccionaram-se quatro pomares de pereira ‘Rocha’ na região Oeste de Portugal continental que diferem entre si pelo sistema de gestão do solo das entrelinhas: por mobilizações tradicionais e frequentes da camada superficial, com e sem adição de correctivos orgânicos, ou por manutenção de um enrelvamento natural permanente. Os indicadores para avaliação destes sistemas foram escolhidos entre aqueles que são de uso generalizado na avaliação de alterações da qualidade do solo por mudanças no respectivo sistema de gestão (Brady & Weil, 2008). Tendo em conta a adequação, facilidade e reprodutibilidade dos métodos de determinação, consideraram-se os seguintes parâmetros: massa volúmica aparente, bases extraíveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+), carbonatos totais, calcário activo, reacção do solo (pH- H_2O e pH-KCl), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis, teores totais de azoto (N) e carbono orgânico (C_{org}), teores de carbono não humificado (C_{nHum}) e carbono solúvel em água quente (C_{HW}), o carbono e azoto da biomassa microbiana (C_{mic} e N_{mic}) e as taxas de mineralização de carbono (C_{min}) e azoto (N_{min}).

A massa volúmica aparente, dada pela razão entre a massa da parte sólida, ocupada pelas partículas sólidas e pelos poros do solo, e o respectivo volume, é um dos parâmetros de caracterização física do solo mais utilizados (Marshall *et al.*, 1996). Depende da textura, estrutura e do grau de compactação dos substratos, servindo de indicador de possíveis problemas de impedimento ao desenvolvimento de raízes, bem como da resposta do solo ao tráfego de máquinas e pessoas.

O processo de adsorção de iões na matriz do solo por atracção electrostática confere-lhe capacidade de retenção e troca catiónica. Os catiões retidos nesta forma

permutável entram facilmente na solução do solo, ficando rapidamente disponíveis para absorção pelas raízes das plantas (Brady & Weil, 2008). A soma das bases de troca (em rigor iões não ácidos) - cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+) e sódio (Na^+) - constitui uma propriedade frequentemente determinada na caracterização de processos de adsorção e troca catiónica dos solos (Botelho da Costa, 1975). Apesar de não representar o total da capacidade de troca catiónica do solo, este indicador tem um significado concreto e definido, não dependendo analiticamente do pH a que é determinado.

A actividade dos hidrogeniões na solução do solo - determinada pelo pH - constitui uma informação importante das condições de disponibilização de nutrientes na solução do solo. O pH do solo afecta significativamente a solubilidade e a disponibilidade de vários elementos nutritivos, influenciando a produção vegetal. Por um lado altera a magnitude da carga do complexo argilo-húmico, interferindo nos processos de adsorção e troca catiónica, e, por outro, influencia a absorção dos nutrientes por parte das raízes das plantas, sendo por isso de grande utilidade na avaliação da qualidade físico-química do solo. Apesar da relativa estabilidade deste parâmetro, a concentração de iões H^+ na solução do solo é estabelecida por um equilíbrio dinâmico complexo, sujeito a alterações constantes decorrentes da acção de diversos factores (Brady & Weil, 2008).

A seguir ao azoto, o fósforo (P) é o elemento que mais frequentemente limita a produção vegetal, ocorrendo naturalmente nos solos em baixos teores e em formas pouco disponíveis para as plantas - adsorvido ou precipitado. Embora o P adsorvido se mantenha em equilíbrio com o P em solução, o movimento na solução do solo ocorre principalmente por difusão, pelo que a absorção radicular acontece num volume relativamente pequeno de solo. É por este motivo que os fertilizantes fosfatados são frequentemente aplicados em quantidades muito superiores à utilização das culturas, propiciando uma acumulação progressiva de P no solo (Brady & Weil, 2008).

Actualmente é comum encontrar solos agrícolas com a capacidade de sorção de P saturada, em equilíbrio com elevadas concentrações em solução. Esta situação implica riscos de perda de fósforo por lixiviação e escoamento superficial, e consequentes problemas de poluição associados ao favorecimento da eutrofização de ambientes aquáticos (Horta & Torrent, 2010).

Como indicador de fertilidade do solo, o teor de P potencialmente solubilizável para reabastecer a solução do solo aquando da extracção pelas raízes das plantas, normalmente designado por P extraível, é o mais relevante. Esta quantificação pode

ser interpretada e usada para classificar os solos em níveis de fertilidade com significado agronômico e ambiental (INIAP, 2006).

O potássio (K) é o nutriente vegetal que se encontra em maior abundância nos solos, embora os teores e disponibilidade possam variar muito entre diferentes tipos de solo. As plantas absorvem grandes quantidades deste elemento que, nos ecossistemas naturais, é naturalmente repostado pela meteorização dos minerais primários, nos quais normalmente se encontram 90 a 98% do K total dos solos (Brady & Weil, 2008). Nos agroecossistemas a remoção pelas culturas pode exceder a capacidade de reposição do solo, tornando necessária a compensação através de fertilização.

O íon potássio não tem tendência para formar quelatos ou complexos com ligandos inorgânicos, nem apresenta afinidade com os grupos existentes nos colóides orgânicos, podendo, no entanto, encontrar-se fixado nos minerais de argila do tipo 2:1, principalmente em condições de pH neutro a alcalino (Mengel & Kirkby, 2001). Uma quantidade relativamente pequena do K encontra-se em equilíbrio entre o complexo de troca e livre na solução do solo, sujeito à depleção decorrente da absorção radicular e a perdas por lixiviação. Assim, a disponibilidade de K está dependente da quantidade de nutriente existente, mas também do poder tampão do solo, isto é, da facilidade com que se estabelece o equilíbrio entre o potássio retido (adsorvido e fixado) e em solução.

Como indicadores de qualidade química do solo podem considerar-se o teor de K extraível, que reflecte a disponibilidade global do nutriente, e o íon potássio adsorvido no complexo de troca, que fornece informação da quantidade mais rapidamente disponível para reabastecer a solução do solo, ambos capazes de variações muito rápidas que obrigam a uma interpretação local e pontual dos resultados.

No solo, a matéria orgânica representa uma porção relativamente pequena mas capaz de influenciar profundamente funções como a fertilidade, produtividade, e protecção contra contaminação, degradação, erosão e desertificação. Funcionando como um importante regulador da disponibilidade de nutrientes, da estabilidade estrutural, da capacidade de retenção de água e da circulação de ar, a sua avaliação tem sido consistentemente considerada como um passo fundamental na determinação da qualidade dos solos (Gregorich *et al.*, 1994; Loveland & Webb, 2003; McLauchlan & Hobbie, 2004; Rufato *et al.*, 2006).

A importância da matéria orgânica na percepção da qualidade do solo ficou bem explícita num estudo de Gruver & Weil (2007), citados em Brady & Weil (2008), que correlacionou medições de várias propriedades do solo com a classificação de “bom”

ou “mau” atribuída por agricultores. Propriedades directamente relacionadas com a matéria orgânica do solo tiveram uma forte correlação com a avaliação empírica, enquanto a grande maioria dos indicadores de fertilidade de uso rotineiro (pH, teores de nutrientes) não demonstraram correlação significativa com a qualidade percebida pelos inquiridos.

A matéria orgânica do solo caracteriza-se por uma grande diversidade e complexidade estrutural, como resultado da mistura de substâncias orgânicas de diferentes origens. Considera-se que será, em média, constituída por 58% de carbono (C), pelo que o seu estudo se baseia frequentemente na avaliação dos fluxos deste elemento no solo, reservatório de extrema importância no ciclo global do carbono (Brady & Weil, 2008).

A transformação e reciclagem dos resíduos orgânicos depositados no solo são da responsabilidade dos organismos do solo, nomeadamente os microrganismos que, genericamente, utilizam substratos orgânicos como fonte de energia e nutrientes, devolvendo carbono à atmosfera na forma de dióxido de carbono, imobilizando uma parte nos seus constituintes celulares e propiciando a acumulação progressiva dos materiais mais resistentes.

Dada a sua natureza dinâmica, muitos autores têm procurado descrever a transformação da matéria orgânica do solo através de modelos conceptuais que consideram fracções de carbono com diferentes reactividades (Cambardella & Elliot, 1992). Os modelos mais recentes incluem genericamente três fracções: lábil ou activa, de transformação muito rápida até 10 anos; intermédia ou lenta, cuja transformação ocorre entre 100 a 1000 anos; e passiva, com uma taxa de *turnover* possivelmente superior a 1000 anos (Cheng & Kimble, 2001). A proporção de cada fracção é inversamente proporcional à taxa de decomposição, ou seja, quanto mais rápida é a decomposição, menor a representatividade da correspondente fracção (McLauchlan & Hobbie, 2004). Assim, a matéria orgânica total do solo, ou o correspondente teor de C orgânico total, permanece estável por longos períodos de tempo, devido à maior proporção da fracção passiva, lentamente mineralizável.

Por ser susceptível de reagir mais rápida e significativamente a perturbações, a fracção activa de carbono é muito útil no estudo das alterações da matéria orgânica do solo induzidas por mudanças dos sistemas de gestão em períodos relativamente curtos, quando desvios globais são ainda difíceis de detectar (Gregorich *et al.*, 1994; Haynes, 2000).

Várias metodologias têm sido desenvolvidas, utilizando métodos físicos, químicos e bioquímicos, que permitem isolar aproximadamente a fracção lábil.

O carbono não humificado, determinado na fracção de solo obtida por crivagem húmida a 50 µm, encontra-se associado à chamada matéria orgânica particulada

(Cambardella & Elliot, 1992) ou matéria macrorrgânica (Gregorich *et al.*, 1994). Esta fracção da matéria orgânica encontra-se maioritariamente desprotegida por não estar associada a partículas inorgânicas, constituindo por isso uma importante e acessível fonte de carbono e nutrientes para os microrganismos. A sua dimensão reflecte o balanço entre a adição de resíduos e a respectiva persistência e degradabilidade, determinadas pelas condições ambientais, sendo por isso considerada um bom indicador na avaliação de possíveis efeitos da gestão.

A extracção de carbono pela água quente pretende estimar a fracção solúvel da matéria orgânica do solo, quantificando uma fracção de C orgânico especialmente relevante para a actividade biológica, como fonte primária de energia para os microrganismos do solo, mas também como reservatório de compostos resultantes do metabolismo destes (Haynes, 2000). A sua disponibilidade e degradabilidade são por isso críticas para o fluxo de nutrientes, com implicações directas em diversos processos dos ecossistemas (Gregorich *et al.*, 2003). Estudos indicam que o carbono solúvel em água provém principalmente do húmus e de resíduos vegetais, constituindo uma pequena fracção do carbono orgânico do solo com elevada taxa de transformação e grande sensibilidade a mudanças de gestão (Gregorich *et al.*, 2000; Kalbitz *et al.*, 2000).

Os organismos do solo, como fracção activa da matéria orgânica, são um importante agente de qualidade, regulando e participando dos processos biogeoquímicos dos ecossistemas terrestres (Gregorich *et al.*, 1994; Iqbal *et al.*, 2010). O tamanho desta fracção pode ser determinado através da quantificação da biomassa microbiana, definida como a porção de organismos do solo metabolicamente activos e dormentes de dimensão inferior a 10 µm, maioritariamente constituída por fungos e bactérias, apesar de os métodos de determinação actualmente usados não permitirem a exclusão eficiente de protozoários (Schloter *et al.*, 2003). É das poucas fracções com significado biológico, que é sensível a mudanças de gestão e mensurável, identificando rapidamente variações e tendências dos níveis e equilíbrio da matéria orgânica total do solo (Carter, 1986; Powlson & Brookes, 1987; Powlson, 1994, cit. em: Schloter *et al.*, 2003).

Apesar da sua interpretação, enquanto indicador de qualidade biológica do solo, nem sempre ser clara e directa, este índice reflecte a capacidade de armazenamento e reciclagem de nutrientes e energia do solo, tendo em conta que esta fracção representa, nas palavras de Jenkinson *et al.* (1987), citado por Gregorich *et al.* (1994), “o buraco da agulha” pelo qual toda a matéria orgânica tem de passar.

Apenas uma pequena parte da matéria orgânica do solo se encontra em formas rápida e facilmente mineralizáveis, capazes de contribuir para os ciclos de nutrientes e servir

de interface entre organismos autotróficos e heterotróficos. A velocidade com que a matéria orgânica do solo é mineralizada pode indicar alterações na dinâmica de nutrientes no curto prazo, diferenças entre sistemas de gestão num período mais longo, ou modificações mais profundas no sequestro de carbono a longo prazo (Gregorich *et al.*, 1994).

A mineralização de carbono do solo pode ser estudada a partir da respiração basal, definida pela emissão de dióxido de carbono por unidade de tempo de uma população microbiana em condições ideais de humidade e temperatura. Este parâmetro reflecte a actividade metabólica ou o gasto energético global dessa população (Anderson & Domsch, 1990; Gregorich *et al.*, 1994). Porém, tendo em conta a sua natureza biodinâmica, o uso da respiração basal como indicador de qualidade apresenta claras limitações.

Ao fazer corresponder o volume de C respirado por unidade de tempo ao total de C inicialmente disponível, obtém-se a taxa de mineralização de C. Este parâmetro reflecte o potencial do solo para, em condições ideais, mineralizar resíduos orgânicos e disponibilizar nutrientes, podendo indicar perturbações do processo de mineralização associadas a factores independentes das condições ambientais e da quantidade de substrato disponível.

Para uma melhor caracterização fisiológica de populações microbianas distintas, utiliza-se frequentemente a razão do carbono respirado na forma de CO₂ por unidade de carbono da biomassa microbiana, designada por quociente metabólico (qCO₂). Este índice reflecte os fluxos de carbono no solo, podendo ser usado como indicador no estudo dos efeitos das alterações ambientais na eficiência energética das comunidades microbianas (Knoepp *et al.*, 2000; Anderson & Domsch, 1993).

Sakamoto & Oba (1994) observaram a relação deste parâmetro com a estrutura da população microbiana. Com base na teoria de Odum (1969), que sugere a optimização energética ao longo do desenvolvimento de um ecossistema, o quociente metabólico tem sido usado como indicador de equilíbrio do mesmo. No entanto, Wardle & Ghani (1995) evidenciaram a insensibilidade deste indicador para distinguir perturbação e stress, mostrando que não é claramente previsível o decréscimo do seu valor com o desenvolvimento de um ecossistema (população microbiana mais eficiente), ou o seu aumento com perturbação do mesmo (perda de eficiência na população microbiana), ao longo de um gradiente de sucessão que seja sujeito a stresses ambientais.

O azoto (N) é o nutriente essencial de maior importância para a produção vegetal. No solo o N encontra-se maioritariamente em formas orgânicas, com apenas cerca de 5%

em formas minerais disponíveis para absorção imediata pelas plantas e pelos microrganismos, nomeadamente em iões amónio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-).

Assim, a disponibilidade de N no solo está sujeita à influência dos factores que afectam os processos de mineralização da matéria orgânica: quantidade e qualidade do substrato, tamanho, estrutura e actividade da biomassa microbiana, e ainda as condições de temperatura, pH, humidade e arejamento (Stanford e Smith, 1972; Knoepp *et al.*, 2000). De um modo genérico, numa primeira fase ocorre amonificação, isto é, degradação de resíduos orgânicos com libertação de NH_4^+ , que fica assim disponível para utilização biológica, incluindo pelos microrganismos aeróbios responsáveis pelo processo de nitrificação, do qual resulta o ião NO_3^- . Nos solos em condições normais, os dois processos ocorrem em simultâneo, pelo que é frequente encontrar teores de NO_3^- superiores a NH_4^+ .

O balanço entre utilização (imobilização) e libertação (mineralização) de azoto no solo é muitas vezes negativo, sendo comum que o N se torne limitante para os processos biológicos do meio edáfico (Brady & Weil, 2008).

Por outro lado, algumas práticas de gestão, como a aplicação de fertilizantes provenientes de fixação química do N atmosférico, podem levar a níveis elevados de azoto no solo, originando problemas ambientais relevantes (Kawashima, 2000). A poluição de águas subsuperficiais pelo ião nitrato, a volatilização do ião amónio, ou as emissões de óxido nitroso (N_2O) para a atmosfera por desnitrificação, são exemplos de saídas de azoto do solo que potenciam graves problemas ambientais.

Em estudos de avaliação da disponibilidade de N nos ecossistemas, para além do teor total do elemento será importante considerar algumas propriedades do solo indicadoras dos processos de transformação a que está sujeito.

A qualidade ou o grau de decomposição da matéria orgânica do solo podem ser avaliados pela razão C:N. Tendo em conta que a incorporação destes dois elementos na biomassa microbiana se dá na razão 8:1 e que apenas cerca de um terço do C consumido é imobilizado, assume-se a razão 25:1 como o limite máximo para facultar a mineralização com ganho líquido de N mineral no solo. Valores C:N acima deste limite indicam condições de falta de N para os processos biológicos de degradação dos resíduos, podendo estimular a imobilização do N mineral disponível ou atrasar o processo de decomposição da matéria orgânica, caso não haja N suficiente. Este parâmetro determina assim o equilíbrio entre mineralização e imobilização, reflectindo, em certa medida, o potencial do solo para o armazenamento e reciclagem de energia e nutrientes.

A quantidade de azoto contido na biomassa microbiana (N_{mic}) é também um indicador das condições pontuais de disponibilidade de N para imobilização pelos

microrganismos, sendo capaz de responder rapidamente às mudanças de sistema de gestão (Powelson & Brookes, 1987; Wright *et al.*, 2005).

Naturalmente nem todo o azoto na matéria orgânica se encontra facilmente acessível à degradação pelos microrganismos do solo. A quantificação do azoto potencialmente mineralizável tem sido realizada por diferentes métodos laboratoriais e de campo, mas a natureza dinâmica do ciclo deste nutriente confere limitações notáveis a todos eles (Hatch *et al.*, 2000; García *et al.*, 2003).

A incubação de solos em condições aeróbias com quantificação da evolução das formas de azoto mineral (NH_4^+ e NO_3^-) permite o cálculo de taxas potenciais de transformação do N. Como indicadores da capacidade do solo para disponibilizar azoto, as taxas de mineralização de N podem evidenciar perturbações nos processos bioquímicos associados ao nutriente, possibilitando a distinção de alterações decorrentes da gestão (Bormann & Likens, 1967).

Em questões de monitorização ou previsão de alterações decorrentes do sistema de gestão e manutenção do solo, são úteis informações sobre a estrutura, abundância e diversidade da vegetação espontânea. A diversidade e grau de ocupação de cada espécie num determinado sistema podem ser indicadores de alterações relevantes no agroecossistema (Booth *et al.*, 2003). Contudo, os métodos de caracterização da vegetação têm sido alvo de investigação e discussão permanente, estando subjectiva e objectivamente dependentes de factores do meio, da natureza do estudo e da disponibilidade de meios (Kent & Coker, 1992).

Pretende-se que a análise dos resultados obtidos possa clarificar a dimensão dos benefícios e desvantagens dos diferentes sistemas de gestão considerados sobre a qualidade dos solos e servir de base para o estabelecimento de indicadores das alterações decorrentes da conversão de sistemas convencionais para sistemas de mobilização mínima.

Certamente este não será um trabalho conclusivo ou de caracterização definitiva dos sistemas de gestão do solo, quer pela natureza dinâmica dos indicadores usados, quer pelas limitações temporais e de recursos inerentes ao teor académico do estudo. No entanto, como objectivo implícito estará a intenção de incentivar a discussão e a experimentação de soluções cada vez mais consentâneas com a gestão sustentável dos sistemas frutícolas e a qualidade dos respectivos solos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO

Através de contacto com a APAS, Associação dos Produtores Agrícolas da Sobrena, foi possível seleccionar quatro pomares de pereira ‘Rocha’ em condições edafo-climáticas semelhantes, diferindo quanto ao sistema de gestão do solo das entrelinhas: três dos quais localizados na freguesia de Alguber, concelho do Cadaval (N39° 16.673, W9° 01.788), e apenas um em A-dos-Ruivos, concelho do Bombarral (N39° 16.949, W9° 06.543).

A figura 1 mostra a localização das áreas de estudo no território português.

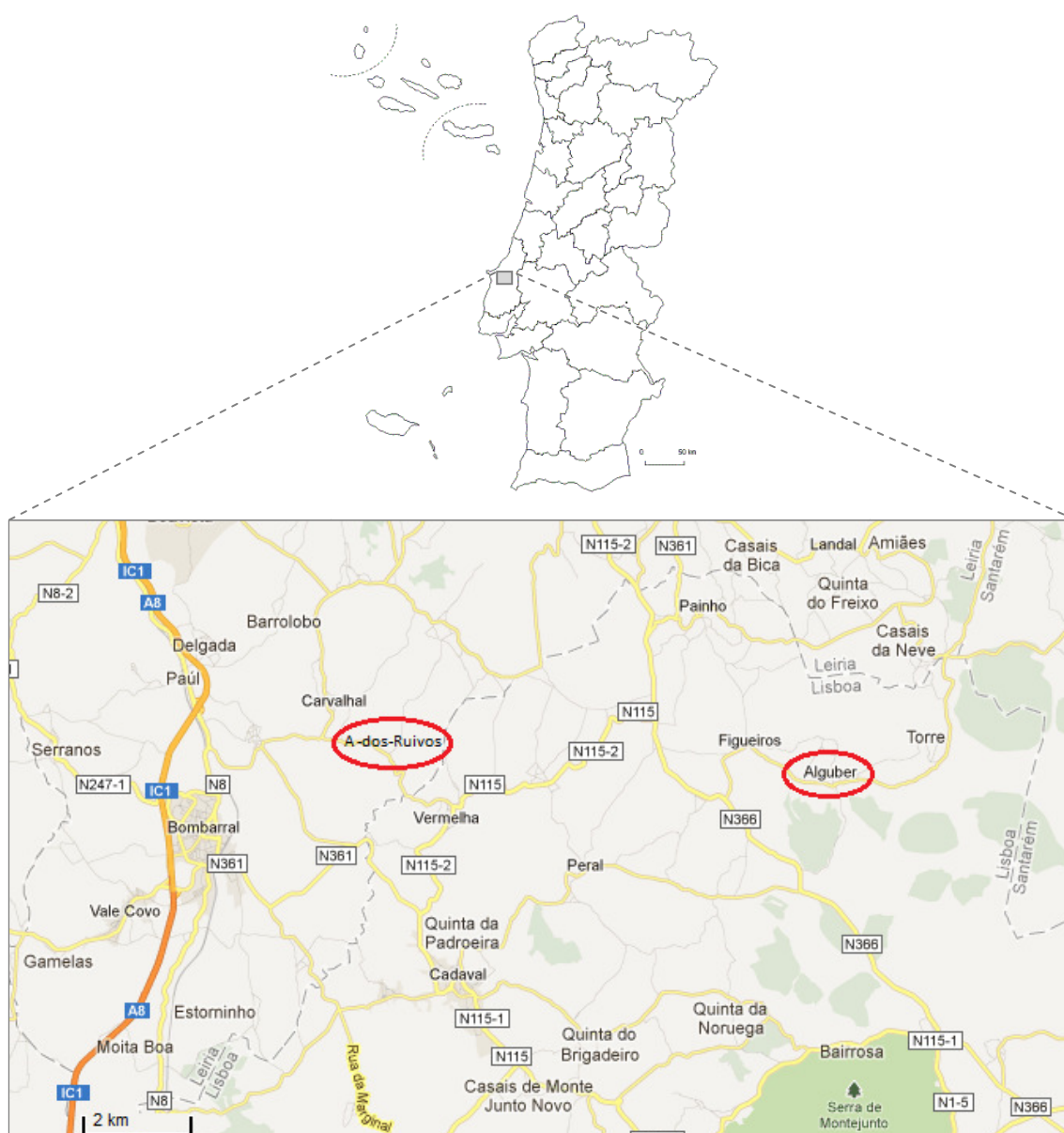


Figura 1 - Localização das áreas de estudo em Alguber (Cadaval) e A-dos-Ruivos (Bombarral), na região NUT III Oeste de Portugal continental.

2.2 CLIMA

A classificação climática da região foi feita com base nas normais climatológicas de 1936/1960 da estação meteorológica de Caldas da Rainha, considerada como a que melhor representará as condições da área de estudo (Anexo I).

Segundo a classificação de Köppen (1936), esta região é de clima temperado com Verão seco e suave (Csb).

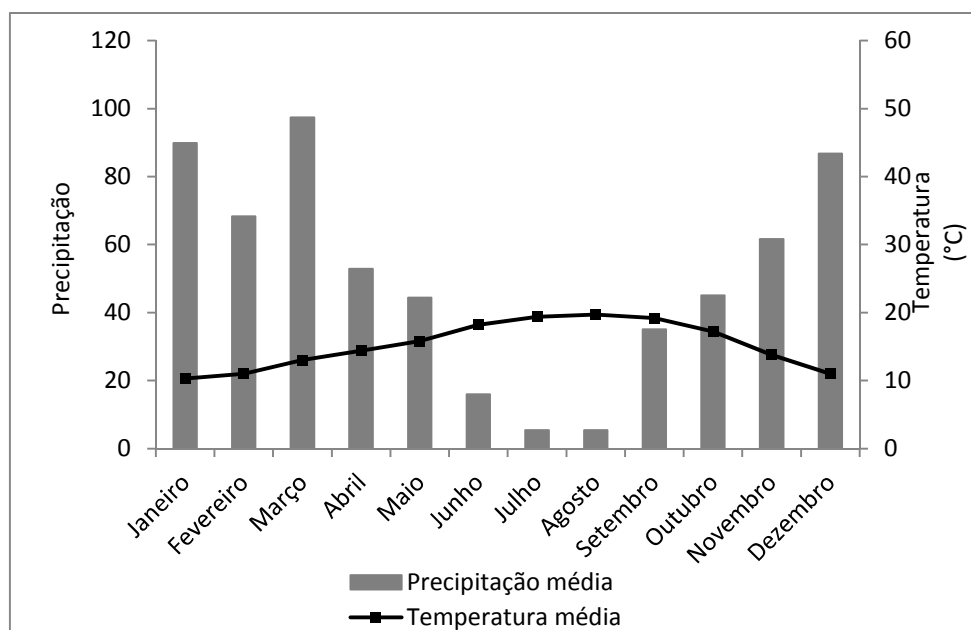


Figura 2 - Termopluviograma das médias mensais de temperatura e precipitação registadas na estação meteorológica de Caldas da Rainha entre 1936 e 1960.

O diagrama ombrométrico de Gaussen (Figura 2) permite a clara distinção entre as duas estações características do clima mediterrâneo: as temperaturas médias mensais mais altas ocorrem nos meses com menor precipitação, entre Junho e Setembro, e os meses mais frios coincidem com as precipitações médias mais elevadas.

As temperaturas médias mensais registam uma amplitude relativamente pequena ao longo do ano, característica dos climas temperados (Anexo II). As médias das temperaturas máximas, médias e mínimas mais elevadas ocorrem no mês de Agosto, enquanto Janeiro apresenta as temperaturas mais baixas.

A humidade relativa do ar mantém-se relativamente alta durante todo o ano, e pouco variável ao longo do dia, dada a influência oceânica (Anexo II).

2.3 SOLOS

A geologia da região compreende formações do Jurássico kimeridgiano, nomeadamente complexos pterocerianos, com predominância de formações margosas e greso-arenosas (Zbyszewski *et al.*, 1966).

O relevo das áreas em que se inserem as parcelas de estudo é ondulado suave a ondulado.

Os solos das áreas de estudo são maioritariamente Regossolos, dado não evidenciarem horizontes subsuperficiais definidos e o respectivo material originário não se apresentar compacto. A textura é franco-limosa, em Alguber, e franco-argilosa em A-dos-Ruivos.

2.4 SISTEMAS DE GESTÃO DO SOLO

Em Alguber, o pomar não mobilizado (NT), pertencente ao senhor José Domingos, ocupa uma área de 0,55 ha, tendo sido plantado em 1995 com a cultivar ‘Rocha’ enxertada sobre BA-29. O compasso adoptado foi 4x2 m, sendo as árvores conduzidas em vaso. Nos primeiros anos as entrelinhas do pomar foram mobilizadas por conjugação de escarificador e fresa, e mantidas livres de qualquer vegetação adventícia. O sistema de gestão do solo actualmente utilizado foi implementado há seis anos, efectuando-se o corte da vegetação herbácea natural da entrelinha duas a três vezes por ano. Esta é, segundo o fruticultor, uma forma simples e económica de manter o terreno transitável todo o ano.

Normalmente as operações culturais realizadas consistem em: aplicação de herbicida em faixa de 1 m na linha em Fevereiro e Maio, utilizando uma mistura de glifosato e terbutilazina; dois ou três cortes da vegetação da entrelinha, normalmente em Fevereiro, Março e Maio, coincidindo o primeiro com o destroçamento da lenha de poda; rega localizada num total aproximado de 250 mm entre Junho e Outubro, mas mais concentrada nos meses de Julho e Agosto; aplicação anual de fertilizantes na ordem das 30 unidades de azoto, 5 unidades de fósforo (P_2O_5) e 9 unidades de potássio (K_2O), por hectare, em fertirega e cobertura na linha. A colheita é normalmente feita no mês de Agosto, obtendo-se uma produção de cerca de 70 t ha^{-1} .

Num pomar próximo, o senhor Luís Damásio utiliza técnicas de mobilização do solo para controlar o crescimento de infestantes e incorporar estrume nas entrelinhas do seu pomar de 0,3 ha (CT+E). As árvores da cultivar ‘Rocha’ sobre MA foram plantadas em 1992, num compasso de 4x2 m e conduzidas em vaso. Desde então tem sido

anualmente mobilizada uma faixa de aproximadamente 3 m na entrelinha, incorporando cerca de 5000 kg de estrume de bovino por hectare.

Os procedimentos gerais têm sido os seguintes: aplicação de herbicida (glifosato) na faixa de um metro da linha em Março e Junho; mobilização da entrelinha em Fevereiro (incorporação de estrume) com grade de discos ou escarificador a uma profundidade máxima de 15 cm, seguindo-se uma passagem de fresa para uniformizar a superfície do terreno; rega de Maio a Agosto (até à colheita) num total de 240 mm; aplicação de aproximadamente 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amónio nas linhas (cerca de 60 unidades de N). Por não ter sido possível analisar uma amostra representativa do estrume aplicado, considerou-se a composição média do estrume de bovinos de leite apresentada em Cavaco (2011) para calcular o fornecimento de, aproximadamente 27,5 kg de N, 4,8 kg de P e 44,8 kg K por hectare. A parcela apresenta uma produtividade relativamente baixa, rondando as 10 t ha⁻¹.

Um pomar adjacente com área aproximada de 0,5 ha é mantido desde a plantação (1997) com mobilização do solo das entrelinhas (CT1), duas a três vezes por ano, com combinação de escarificação ou gradagem com fresagem para uniformização da superfície do terreno. As árvores da variedade 'Rocha' sobre BA-29 foram plantadas a 4x2 m e conduzidas em vaso. Não tendo sido possível contactar o proprietário do pomar, as informações obtidas sobre as operações culturais efectuadas levam a crer que esta área tenha sido consistentemente tratada de forma semelhante à que se descreveu para o pomar CT+E, excepção feita à incorporação de estrume nas entrelinhas.

Na localidade de A-dos-Ruivos foi ainda amostrado o pomar do Engenheiro Gonçalo Daniel. A parcela de 1,5 ha encontra-se povoada por árvores de diferentes idades, considerando-se para este estudo apenas a área plantada em 2000. Neste pomar de pereira 'Rocha' sobre BA-29, plantado num compasso de 4x2 m e mantido em regime de sequeiro, tem sido realizada mobilização das entrelinhas desde a plantação (CT2). A aplicação de herbicidas numa faixa de 1 m centrada na linha de plantação é feita em Fevereiro e Maio utilizando glifosato. De dois em dois anos a segunda intervenção de combate às infestantes da linha é antes feita por arranque manual (enxada), em simultâneo com a remoção de rebentos do porta-enxerto.

As entrelinhas são mobilizadas em praticamente toda a largura (aproximadamente 4 m) duas vezes por ano, normalmente associando controlo de infestantes e incorporação de resíduos e/ou fertilizantes. Assim, a primeira intervenção na entrelinha é feita com o destroçamento da lenha de poda, no Inverno. Estes resíduos são

posteriormente incorporados aquando da aplicação de 400 kg ha⁻¹ de fosfato de potássio (0-20-20 com 8% de SO₃), com uma passagem de ripper a cerca de 40 cm de profundidade. Na Primavera, com os frutos já em desenvolvimento, aplica-se fertilização azotada na ordem dos 250 kg ha⁻¹ de sulfato de amónio (cerca de 50 unidades N), realizando-se de seguida uma fresagem para incorporação superficial. A produção média deste pomar é da ordem das 25 t ha⁻¹.

2.5 AMOSTRAGENS

De forma a evitar interferências, programaram-se as amostragens para imediatamente antes das primeiras operações de corte do enrelvamento ou mobilização do solo. Assim, a colheita de amostras de solo para determinação de indicadores físicos e químicos teve lugar em Março de 2011 em Alguber, e em Maio do mesmo ano em A-dos-Ruivos. As amostragens para determinação de parâmetros biológicos foram realizadas em Fevereiro de 2012 em todas as áreas de estudo.

Em cada pomar pretendia-se a selecção de 12 árvores assinalando os locais de amostragem. No entanto, no pomar mobilizado onde ocorre aplicação de estrume (CT+E) consideraram-se apenas 6 árvores, devido às reduzidas dimensões da parcela.

Na proximidade de cada árvore seleccionada consideraram-se duas localizações: a linha de plantação (L), considerando para amostragem o espaço entre árvores, e a entrelinha (E), colhendo as amostras a meia distância entre linhas de árvores.

Em cada uma destas localizações e num total de três árvores por pomar, foram colhidas 3 amostras de solo não perturbadas com o objectivo de determinar a massa volúmica aparente nas camadas 0-10 e 10-20 cm. Para tal, cravaram-se cilindros metálicos no solo com o auxílio de um martelo e retiraram-se cuidadosamente, selando-os com as respectivas tampas seguras por fita adesiva de forma a preservar o seu conteúdo durante o transporte.

Com uma sonda colheram-se amostras perturbadas de solo (para determinação de indicadores químicos) em quatro pontos da linha e da entrelinha das 12 árvores às profundidades 0 a 10 e 10 a 20 cm.

Para determinações relacionadas com indicadores biológicos, nomeadamente respiração basal do solo, mineralização potencial de azoto e C e N da biomassa microbiana, colheram-se, em todos os locais assinalados, amostras da camada superficial do solo (0 a 5 cm). As 12 amostras colhidas nas 12 árvores seleccionadas nos pomares NT, CT1 e CT2 foram posteriormente sorteadas duas a duas, produzindo 6 amostras compostas de cada posição (linha e entrelinha) e cada pomar (Anexo IV).

Para quantificação da biomassa da parte aérea da vegetação espontânea, colheram-se 5 amostras nas entrelinhas de cada um dos pomares. A área a amostrar (0,25 m²) foi delimitada por uma quadrícula de madeira com 0,5 m de lado interno.

Utilizando o método de intercepção de uma linha de 10 m (Kent & Coker, 1992), colheram-se exemplares de cada espécie herbácea encontrada, registando o número de vezes que cada uma tocava na linha. A linha foi colocada perpendicularmente às linhas de plantação, considerando apenas as zonas da entrelinha do pomar, já que à data de amostragem já tinha sido realizada a primeira aplicação de herbicida nas linhas.

2.6 METODOLOGIAS LABORATORIAIS

2.6.1 Determinações físicas e químicas

Os cilindros contendo solo não perturbado foram pesados à chegada ao laboratório e secos em estufa a 105° C até peso constante. Registou-se o peso seco dos cilindros e esvaziaram-se os mesmos. Os cilindros vazios foram pesados e medidos em altura e diâmetro em dois sentidos aleatórios, para determinação do volume individual de cada contentor. A partir destas medições foi possível calcular a massa volúmica aparente do solo colhido em cada cilindro.

As amostras de solo colhidas por sondagem nas camadas 0 a 10 e 10 a 20 cm foram secas ao ar e passadas por um crivo de 2 mm. Nesta fracção (a fracção fina ou “terra fina”) foram determinadas algumas propriedades fundamentais à caracterização química do solo, conforme se descrevem de seguida.

Utilizando um potenciómetro com eléctrodo de vidro combinado, que compara as forças electromotrizas de uma solução padrão e da solução de solo, mediu-se o pH em suspensões de “terra fina” com água (pH-H₂O) e solução de KCl 1M (pH-KCl), na proporção 1:2,5 (10 g de solo para 25 mL solução).

O teor de carbonatos totais foi determinado pelo método do calcímetro, enquanto o calcário activo se determinou pelo método de Drouineau (Póvoas & Barral, 1992).

As bases de troca foram extraídas pelo método do acetato de amónio a pH 7, que se baseia na substituição dos catiões adsorvidos na matriz do solo por amónio, quantificando as bases de troca na solução percolada. A soma das bases foi também calculada.

Na determinação do fósforo extraível (ou disponível) foi utilizado o método de Egnér-Riehm, que utiliza lactato de amónio e ácido acético com carácter tampão para pH 3,7-3,8, considerado semelhante ao que existirá na zona de absorção das raízes

(Egnér *et al.*, 1960). Para além deste, considerou-se importante determinar o P extraído pelo método de Olsen, que utiliza uma solução tamponizada a pH 8,5 (bicarbonato de sódio), favorecendo a desorção e dissolvendo parte do fosfato de cálcio, predominante em solos alcalinos e calcários (Olsen, 1954).

O método de Egnér-Riehm permitiu também quantificar o total de potássio extraível, isto é, presente em solução e no complexo de troca, fornecendo um parâmetro de disponibilidade deste nutriente para as plantas.

O carbono orgânico total (C_{org}) foi determinado pelo método de oxidação pelo dicromato de potássio, também designado de combustão por via húmida (Póvoas & Barral, 1992).

O carbono orgânico não humificado (C_{nHum}) foi determinado pelo mesmo método de oxidação, na fracção de solo maior que 50 μm , obtida por crivagem húmida de 10 g de “terra fina” dispersa em 100 mL de água destilada por agitação durante 60 minutos.

O carbono solúvel em água quente (C_{HW}) foi obtido no extracto aquoso resultante da suspensão de 10 g de “terra fina” em 50 mL de água quente (aproximadamente 85°C) durante uma hora. Após centrifugação a 3000 rpm durante cerca de 10 minutos, o sobrenadante foi filtrado (papel de filtro Whatman N°1) e a solução resultante foi congelada até ser possível determinar o carbono dissolvido por um detector NIRD (Near Infra Red Detector), que faz a leitura do dióxido de carbono libertado em queima a 850° C com corrente de O_2 .

O azoto total foi determinado pelo método de Kjeldahl, recorrendo a um Sistema Completo KjeltectTM de digestão, destilação e titulação.

Foi calculada a razão carbono-azoto (C:N) por divisão do teor do carbono orgânico total pelo do azoto total determinado na mesma amostra.

2.6.2 Determinações biológicas

As amostras de solo fresco destinadas às determinações de indicadores biológicos foram conservadas em ambiente refrigerado (4° C) até ser possível prepará-las e crivá-las a 5 mm (dois dias).

Biomassa microbiana

De acordo com o método proposto por Vance *et al.* (1987) para determinação de C e N da biomassa microbiana, fumigaram-se três repetições de 10 g de cada amostra de solo fresco com clorofórmio num sistema apropriado dentro de uma “hotte” (Anexo III). Cerca de 50 mL de clorofórmio foram dispostos no fundo de um exsiccador, num copo contendo pérolas de vidro para facilitar a ebulição. Noutro copo colocaram-se 20 g de hidróxido de sódio com a finalidade de absorver qualquer dióxido de carbono

resultante de processos de respiração. Uma estrutura metálica contendo placas de Petri com as amostras de solo foi colocada no exsiccador por cima destes recipientes. Depois de bem fechado o exsiccador, com gelo colocado no circuito de ligação à bomba, exerceu-se vácuo até ser visível o desprendimento de bolhas do copo de clorofórmio durante 3 a 4 minutos. Fechando a válvula do exsiccador, desligou-se a bomba de vácuo e cobriu-se o recipiente com um plástico negro para manter a obscuridade durante as seguintes 24h. As amostras de solo fumigadas foram retiradas após evacuar o clorofórmio do sistema. O mesmo número de repetições das amostras não fumigadas foi imediatamente extraído conforme se descreve de seguida.

A extracção consistiu na adição de 50 mL de solução K_2SO_4 0,5 M, agitação por 60 minutos em agitador rotativo, centrifugação a 3000 rpm durante 10 minutos e filtragem com filtro Whatman nº 42. As soluções resultantes foram congeladas até serem quantificados os N e C totais por queima a 850° C numa corrente de O_2 , utilizando um Autoanalyzer. O CO_2 libertado foi detectado por NIRD e o óxido nítrico (NO) por quimioluminescência após passar a NO_2 excitado por uma corrente de ozono.

Os valores de C e N da biomassa microbiana do solo (C_{mic} , N_{mic}) foram obtidos por diferença entre leituras de extractos de amostras fumigadas e não fumigadas. Não se considerou necessária a aplicação de constantes (k_C e k_N) que relacionem a quantidade de material solubilizado pelo clorofórmio com a biomassa microbiana real, uma vez que se pretende apenas a comparação entre os diferentes tipos de gestão do solo (Jenkinson *et al.*, 2004).

Calcularam-se ainda os quocientes microbianos, dados pela razão entre o C e o N da biomassa microbiana e os totais de N e C orgânico da mesma amostra, bem como a razão $C_{mic}:N_{mic}$, reconhecido como importante parâmetro de caracterização da eficiência da população microbiana.

Mineralização de C

Recorrendo ao método de medição do dióxido de carbono absorvido por uma solução alcalina em sistema fechado de incubação (García *et al.*, 2003), foi estimada a respiração basal do solo ao longo de 120 dias.

Utilizaram-se frascos de vidro com fecho hermético, dentro dos quais se colocaram: 50 g de solo fresco, água destilada (apenas para manter a humidade) e um contentor com 30 mL de solução NaOH 0,5 M (Anexo III). Os frascos herméticos fechados foram colocados em estufa a 25° C, sendo a solução de hidróxido de sódio trocada 1, 2, 3, 4, 7, 15, 28, 56 e 119 dias após início da incubação (dia 0: 20 de Fevereiro de 2012). Foram também incubados 5 frascos de controlo contendo apenas água destilada e a solução de hidróxido de sódio.

A cada data de troca, os contentores de NaOH retirados foram tapados e armazenados no frio (4°C) até ser possível a determinação do CO₂ absorvido. Fazendo precipitar o dióxido de carbono com uma solução 0,5 M de cloreto de bário (BaCl₂), adicionaram-se algumas gotas de fenolftaleína (indicador), e titulou-se o excesso de NaOH com uma solução HCl 0,5 M, com agitação até à viragem de cor. Com base na quantidade de ácido clorídrico gasto na titulação da solução de hidróxido de sódio, determinou-se o carbono na forma de CO₂ respirado por unidade de massa de solo.

Com a respiração obtida ao sétimo dia de incubação, procedeu-se ao cálculo do quociente metabólico (qCO₂), razão entre o carbono respirado por dia e o carbono da biomassa microbiana.

Mineralização de N

Para o estudo da mineralização potencial de azoto, incubaram-se as amostras de solo a 25° C durante 16 semanas em condições aeróbias sem lixiviação (García *et al.*, 2003).

Cerca de 1,5 kg de solo de cada amostra foram colocados em estufa em condições de obscuridade, dentro de sacos de plástico fechados com uma mola (Anexo III).

Determinou-se o azoto inorgânico em 10 g de solo fresco por adição em 50 mL de solução KCl 2M aos 0, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 e 112 dias após início da incubação (dia 0: 20 de Fevereiro de 2012). As subamostras de solo extraídas com KCl foram agitadas por uma hora em agitador rotativo, centrifugadas por 10 minutos (3000 rpm) e passadas por papel de filtro Whatman N°1. Os extractos resultantes foram conservados congelados.

A determinação foi feita por um auto-analisador que determina as concentrações de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ por espectrofotometria de absorção molecular (UV-vísivel): o NH₄⁺ pela designada reacção de Berthelot e o NO₃⁻ pelo reagente de Griess-Ilosvay após redução em coluna de cádmio.

Adicionalmente, em cada data, foram também pesadas cerca de 10 g de solo por amostra para secagem a 105°C até peso constante, e consequente determinação do teor de humidade.

Para evitar anaerobiose, os sacos foram abertos semanalmente, aproveitando esta operação para homogeneizar e repor a humidade das amostras com água destilada.

Vegetação espontânea

As amostras de biomassa da vegetação foram pesadas à chegada ao laboratório, secas em estufa a 85°C por 48 horas e novamente pesadas, determinando assim a matéria seca e reportando-a a um metro quadrado.

As espécies recolhidas no método de intercepção da linha foram guardadas em frigorífico até ser possível a sua identificação através de chaves dicotómicas (Espírito Santo & Monteiro, 2009). Todas as plantas foram identificadas ao nível da espécie, permitindo caracterizar a diversidade vegetal de cada um dos pomares. A percentagem de coberto de cada espécie foi determinada pelo número de vezes que cada uma tocou a linha relativamente ao número total de toques, a partir da qual se calcularam os respectivos índices de diversidade e equitabilidade de Shannon-Weaver (Begon *et al.*, 1990; Booth *et al.*, 2003).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das diversas determinações realizadas são apresentados nos Anexos V a XI. Os dados foram estatisticamente tratados com o programa STATISTICA 8.0 © (Stat Soft Inc.). Realizaram-se análises de variância (ANOVA) dos efeitos dos factores ‘Gestão’ (níveis NT, CT+E, CT1 e CT2), ‘Posição’ (níveis E e L) e ‘Profundidade’ (níveis 0-10 e 10-20 cm), sobre as propriedades químicas e físicas em estudo, enquanto as análises das propriedades biológicas apenas incluíram os efeitos dos factores ‘Gestão’ e ‘Posição’. Tabelas resumo destas análises podem ser consultadas no Anexo XII.

Sempre que se encontraram efeitos significativos ao nível $\alpha=0,05$, efectuaram-se testes de Tukey para separação de médias.

Na análise de propriedades físicas e químicas, tendo em conta que o factor “Posição” implica uma diferente forma de gestão do solo, os resultados foram agrupados consoante os níveis L e E, dando assim relevo aos efeitos da interacção dos factores ‘Gestão’ e ‘Profundidade’.

Para uma breve avaliação da natureza interrelacional dos indicadores em estudo, determinaram-se alguns coeficientes de correlação. Os resultados são apresentados no Anexo XIII e brevemente discutidos ao longo dos próximos capítulos.

As tabelas e gráficos apresentados foram editados pelas aplicações Excel e Word do Microsoft Office 2007®.

3 RESULTADOS

3.1 MASSA VOLÚMICA APARENTE

O quadro 1 apresenta os valores médios e desvios padrão da massa volúmica aparente determinada para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e 'Profundidade', e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição'.

Quadro 1 - Valores médios \pm desvio padrão da massa volúmica aparente (MV_{ap}) para os diferentes níveis dos factores 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional), 'Posição' (L - linha, E - entrelinha) e 'Profundidade' (0-10 e 10-20 cm) e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição'.

Fontes de variação	Níveis	MV _{ap} (g cm ⁻³)	
Gestão	NT	1,70±0,11a	
	CT+E	1,53±0,20b	
	CT1	1,68±0,09a	
	CT2	1,65±0,13a	
Posição	L	1,58±0,16b	
	E	1,69±0,12a	
Profundidade	0-10	1,57±0,15b	
	10-20	1,70±0,12a	
Gestão×Profundidade	L	NT×0-10	1,61±0,06ab
		NT×10-20	1,74±0,05a
		CT+E×0-10	1,36±0,19c
		CT+E×10-20	1,58±0,20ab
		CT1×0-10	1,58±0,09ab
		CT1×10-20	1,67±0,04a
		CT2×0-10	1,47±0,08bc
		CT2×10-20	1,65±0,11a
	E	NT×0-10	1,64±0,10bc
		NT×10-20	1,81±0,07a
		CT+E×0-10	1,49±0,08c
		CT+E×10-20	1,69±0,14ab
		CT1×0-10	1,70±0,07ab
		CT1×10-20	1,76±0,06ab
		CT2×0-10	1,73±0,05ab
		CT2×10-20	1,73±0,07ab

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

O sistema CT+E apresentou massa volúmica aparente global significativamente mais baixa do que os restantes.

A maior massa volúmica aparente foi registada na camada 10-20 cm na entrelinha do sistema NT, enquanto os menores valores foram determinados na camada superficial da linha e entrelinha do sistema mobilizado com adição de estrume (CT+E). Por outro lado, o valor médio de massa volúmica aparente da camada superficial da entrelinha não mobilizada (NT) não foi significativamente diferente dos obtidos em CT+E.

Todos os tipos de gestão registaram menor massa volúmica aparente na camada superficial 0-10 cm, quer na entrelinha, quer na linha.

Nas entrelinhas dos pomares CT1 e CT2 a massa volúmica aparente não diferiu significativamente entre as duas camadas amostradas, enquanto em NT e CT+E, as diferenças foram significativas entre 0-10 e 10-20 cm de profundidade.

Nas linhas de plantação, a massa volúmica aparente foi menor que nas respectivas entrelinhas em todos os sistemas.

3.2 REACÇÃO DO SOLO

Os valores médios do pH (\pm desvio padrão) determinado em água e em solução de KCl 1M para cada nível dos factores 'Gestão', 'Posição' e 'Profundidade' são apresentados no quadro 2, bem como as médias para cada nível da interacção 'Gestão×Profundidade' agrupadas segundo o nível do factor 'Posição', linha (L) e entrelinha (E).

A maior parte dos sistemas amostrados classificou-se de levemente a moderadamente alcalino.

O pomar não mobilizado com enrelvamento na entrelinha apresenta um aumento do pH em profundidade, com a camada subsuperficial da entrelinha a atingir valores superiores a 8,5.

Níveis de pH-H₂O, mais próximos da neutralidade foram registados no pomar mobilizado com aplicação de estrume (CT+E), enquanto valores mais elevados se obtiveram no sistema mobilizado CT1.

No que respeita ao pH-KCl, obtiveram-se valores de pH mais baixos, com alguns sistemas a terem reacção próxima da neutralidade, nomeadamente CT2, CT+E e a linha de plantação de NT.

O pH aumentou em profundidade, mas a diferença entre camadas só foi significativa na linha e entrelinha do pomar NT, considerando a determinação em água.

Quadro 2 - Valores médios \pm desvio padrão de pH-H₂O e pH-KCl para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade', e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação	Níveis	pH-H ₂ O	pH-KCl
Gestão	NT	8,13 \pm 0,62b	7,47 \pm 0,46b
	CT+E	7,78 \pm 0,32c	7,10 \pm 0,37c
	CT1	8,65 \pm 0,27a	7,83 \pm 0,20a
	CT2	8,18 \pm 0,33b	6,85 \pm 0,44c
Posição	L	8,12 \pm 0,55b	7,28 \pm 0,54b
	E	8,37 \pm 0,42a	7,41 \pm 0,54a
Profundidade	0-10	8,11 \pm 0,55b	7,26 \pm 0,57b
	10-20	8,38 \pm 0,42a	7,42 \pm 0,51a
Gestão×Profundidade			
L	NT×0-10	7,47 \pm 0,65d	7,07 \pm 0,59bc
	NT×10-20	8,11 \pm 0,47bc	7,44 \pm 0,40ab
	CT+E×0-10	7,66 \pm 0,34cd	6,98 \pm 0,38bc
	CT+E×10-20	7,94 \pm 0,42cd	7,12 \pm 0,58bc
	CT1×0-10	8,54 \pm 0,31ab	7,76 \pm 0,29a
	CT1×10-20	8,64 \pm 0,38a	7,83 \pm 0,20a
	CT2×0-10	8,08 \pm 0,43bc	6,80 \pm 0,50c
	CT2×10-20	8,20 \pm 0,15abc	6,99 \pm 0,19bc
E	NT×0-10	8,21 \pm 0,24bc	7,55 \pm 0,20ab
	NT×10-20	8,74 \pm 0,17a	7,82 \pm 0,17a
	CT+E×0-10	7,59 \pm 0,08d	7,02 \pm 0,15bc
	CT+E×10-20	7,95 \pm 0,21cd	7,27 \pm 0,29abc
	CT1×0-10	8,65 \pm 0,18ab	7,86 \pm 0,15a
	CT1×10-20	8,76 \pm 0,11a	7,87 \pm 0,15a
	CT2×0-10	8,21 \pm 0,38bc	6,79 \pm 0,54c
	CT2×10-20	8,24 \pm 0,33b	6,83 \pm 0,48c

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

3.3 CARBONATOS TOTAIS E CALCÁRIO ACTIVO

No quadro 3 apresentam-se os valores médios dos teores de carbonatos totais e calcário activo para os vários níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e interacção 'Gestão×Profundidade' para os dois níveis de 'Posição'.

Apenas no sistema de gestão baseado na mobilização convencional localizado em Alguber (CT1) se denotam teores de carbonatos e calcário activo significativamente mais elevados que nos restantes sistemas.

Quadro 3 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbonatos totais e calcário activo para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação		Níveis	CaCO ₃ total	CaCO ₃ activo
			%	
Gestão	NT		5,08±3,11b	0,90±0,27b
	CT+E		5,16±3,84b	0,82±0,37b
	CT1		9,83±4,88a	1,19±0,30a
	CT2		3,38±3,67b	0,90±0,59b
Posição	L		6,04±4,91	0,98±0,45
	E		5,89±4,45	0,97±0,40
Profundidade	0-10		6,01±4,41	0,96±0,42
	10-20		5,92±4,94	0,99±0,44
Gestão×Profundidade				
L	NT×0-10		5,14±3,90	1,01±0,24
	NT×10-20		5,24±3,06	0,98±0,34
	CT+E×0-10		4,46±3,87	0,72±0,33
	CT+E×10-20		5,32±4,44	0,85±0,54
	CT1×0-10		9,82±4,06	1,19±0,30
	CT1×10-20		10,15±6,61	1,23±0,30
	CT2×0-10		3,65±3,54	0,82±0,60
	CT2×10-20		3,39±4,18	0,87±0,67
E	NT×0-10		4,96±2,57	0,79±0,21
	NT×10-20		4,98±3,20	0,84±0,25
	CT+E×0-10		5,06±3,78	0,78±0,27
	CT+E×10-20		5,78±4,21	0,93±0,35
	CT1×0-10		9,87±4,49	1,16±0,29
	CT1×10-20		9,47±4,61	1,20±0,33
	CT2×0-10		3,86±3,92	1,02±0,63
	CT2×10-20		2,62±3,38	0,90±0,50

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

3.4 BASES EXTRAÍVEIS

Os teores médios (\pm desvio padrão) de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ no complexo de troca e a respectiva soma são apresentados no quadro 4 para cada nível dos factores Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e interacção 'Gestão×Profundidade' para os dois níveis de 'Posição'.

Os resultados mostram maior soma de bases de troca nos sistemas mobilizados CT1 e CT2 em relação a NT e CT+E.

NT apresentou altos teores de K⁺ na entrelinha e diferença significativa entre as camadas, 0-10 e 10-20 cm de profundidade, amostradas na linha.

A entrelinha do sistema CT1 apresentou teores significativamente superiores de Na⁺, principalmente na segunda camada amostrada (10-20 cm).

Fica clara a diferente natureza do material originário do solo de CT2 pela maior soma de bases e saturação em cálcio (não significativo), relativamente ao solo de Alguber.

Quadro 4 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de bases de troca (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) e soma das bases para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação	Níveis	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+ $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	K^+	Soma
Gestão	NT	13,1 \pm 3,3c	2,96 \pm 0,47a	0,23 \pm 0,09b	0,71 \pm 0,23a	17,0 \pm 3,2b
	CT+E	14,1 \pm 3,1c	2,45 \pm 0,42b	0,26 \pm 0,06ab	0,56 \pm 0,18b	17,4 \pm 3,0b
	CT1	17,3 \pm 4,9b	2,12 \pm 0,35c	0,32 \pm 0,22a	0,39 \pm 0,16c	20,1 \pm 3,0a
	CT2	20,0 \pm 3,3a	1,23 \pm 0,45d	0,15 \pm 0,13c	0,25 \pm 0,13d	21,6 \pm 4,6a
Posição	L	16,0 \pm 4,6	2,17 \pm 0,79	0,22 \pm 0,11	0,46 \pm 0,23	18,9 \pm 4,3
	E	16,8 \pm 4,6	2,14 \pm 0,79	0,25 \pm 0,20	0,47 \pm 0,28	19,6 \pm 3,8
Profundidade	0-10	16,4 \pm 4,5	2,13 \pm 0,79	0,23 \pm 0,14	0,53 \pm 0,25a	19,3 \pm 3,9
	10-20	16,4 \pm 4,9	2,18 \pm 0,79	0,25 \pm 0,18	0,40 \pm 0,26b	19,2 \pm 4,3
Gestão \times Profundidade						
L	NT \times 0-10	13,0 \pm 3,4	3,06 \pm 0,49	0,20 \pm 0,07	0,70 \pm 0,23a	17,0 \pm 3,6
	NT \times 10-20	12,8 \pm 4,0	2,97 \pm 0,58	0,21 \pm 0,07	0,47 \pm 0,15bcd	16,5 \pm 4,0
	CT+E \times 0-10	13,4 \pm 3,5	2,46 \pm 0,49	0,23 \pm 0,04	0,70 \pm 0,24ab	16,7 \pm 3,5
	CT+E \times 10-20	13,6 \pm 4,3	2,43 \pm 0,47	0,23 \pm 0,04	0,54 \pm 0,16abcd	16,8 \pm 4,1
	CT1 \times 0-10	17,3 \pm 3,6	1,94 \pm 0,21	0,25 \pm 0,16	0,54 \pm 0,15abc	20,0 \pm 3,4
	CT1 \times 10-20	17,5 \pm 3,5	2,1 \pm 0,29	0,26 \pm 0,09	0,31 \pm 0,07de	20,2 \pm 3,3
	CT2 \times 0-10	18,9 \pm 5,0	1,38 \pm 0,56	0,20 \pm 0,15	0,38 \pm 0,17cde	20,9 \pm 4,8
	CT2 \times 10-20	19,1 \pm 5,1	1,27 \pm 0,52	0,21 \pm 0,15	0,19 \pm 0,08e	20,8 \pm 4,9
E	NT \times 0-10	13,8 \pm 3,0	2,94 \pm 0,34	0,24 \pm 0,10ab	0,81 \pm 0,15a	17,8 \pm 2,6ab
	NT \times 10-20	12,8 \pm 3,2	2,87 \pm 0,48	0,26 \pm 0,10ab	0,84 \pm 0,18a	16,7 \pm 2,8b
	CT+E \times 0-10	14,3 \pm 1,7	2,51 \pm 0,48	0,32 \pm 0,06ab	0,55 \pm 0,09b	17,7 \pm 1,5ab
	CT+E \times 10-20	15,1 \pm 2,9	2,41 \pm 0,31	0,28 \pm 0,07ab	0,47 \pm 0,13bc	18,3 \pm 2,7ab
	CT1 \times 0-10	17,2 \pm 2,8	2,03 \pm 0,31	0,33 \pm 0,20a	0,37 \pm 0,13bc	19,9 \pm 2,5ab
	CT1 \times 10-20	17,0 \pm 3,6	2,43 \pm 0,39	0,43 \pm 0,35a	0,33 \pm 0,19bcd	20,2 \pm 3,3ab
	CT2 \times 0-10	20,6 \pm 4,7	1,11 \pm 0,28	0,11 \pm 0,10b	0,27 \pm 0,08cd	22,1 \pm 4,6a
	CT2 \times 10-20	21,2 \pm 4,9	1,17 \pm 0,41	0,08 \pm 0,05b	0,16 \pm 0,04d	22,7 \pm 4,6a

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

3.5 FÓSFORO E POTÁSSIO EXTRAÍVEIS

Os teores médios de fósforo e potássio extraíveis determinados pelos métodos de Egnér-Riehm (P_{ER} e K) e Olsen (P_O) são apresentados no quadro 5 para cada nível dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada posição.

O método Olsen doseou menores quantidades de fósforo do que o método Egnér-Riehm.

Quadro 5 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de fósforo e potássio extraíveis pelos métodos de Egnér-Riehm (P_{ER} e K) e Olsen (P_O) para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação		Níveis	P _{ER}	P _O mg kg ⁻¹	K
Gestão	NT		191,2±133,9b	47,8±37,8b	303,2±100,8a
	CT+E		443,1±205,5a	101,5±38,3a	229,9±49,4b
	CT1		70,3±69,5c	10,6±12,4c	112,5±41,2c
	CT2		58,9±28,6c	5,0±4,7c	114,5±50,8c
Posição	L		141,8±128,1b	34,9±40,4	178,6±88,4
	E		167,8±206,3a	30,3±43,6	190,1±124,7
Profundidade	0-10		194,0±185,0a	43,2±46,8a	206,7±102,7a
	10-20		115,7±148,3b	22,0±33,6b	162,0±108,9b
Gestão×Profundidade					
L	NT×0-10		286,0±80,5b	97,1±34,1a	292,5±101,9a
	NT×10-20		135,3±94,8c	33,3±24,3bc	204,4±65,1bc
	CT+E×0-10		433,8±125,6a	98,2±37,1a	265,1±31,5ab
	CT+E×10-20		164,2±30,4bc	54,8±20,4b	216,6±51,6abc
	CT1×0-10		93,8±24,4c	11,7±4,5cd	165,8±31,0cd
	CT1×10-20		52,8±19,2c	3,1±2,1d	99,5±21,3de
	CT2×0-10		82,6±56,4c	17,9±8,4cd	161,2±61,4cd
	CT2×10-20		43,4±40,4c	5,0±3,6d	85,7±30,9e
E	NT×0-10		198,6±78,5b	38,7±14,5b	351,7±69,2a
	NT×10-20		145,1±198,4bc	22,2±21,5bc	364,4±81,0a
	CT+E×0-10		669,1±54,1a	137,3±11,4a	236,5±40,3b
	CT+E×10-20		505,3±123,7a	115,7±20,1a	201,3±56,5bc
	CT1×0-10		51,9±19,3c	3,7±1,3c	93,7±14,6d
	CT1×10-20		37,1±14,4c	1,5±0,6c	90,9±37,7d
	CT2×0-10		93,6±108,0bc	15,4±19,5bc	131,1±28,3cd
	CT2×10-20		61,5±50,4c	3,9±4,3c	79,9±24,5d

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

Maiores teores de fósforo extraível foram determinados no pomar mobilizado com incorporação de estrume, seguido do pomar não mobilizado. Os sistemas sujeitos a mobilização convencional (CT1 e CT2) apresentaram os menores teores de P extraível.

Foi determinada maior quantidade de potássio extraível no pomar com enrelvamento, principalmente na entrelinha, enquanto os sistemas mobilizados CT1 e CT2 apresentaram teores de K extraível até três vezes inferiores, apresentando o sistema CT+E valores intermédios.

Em geral, todos os pomares e posições apresentam maior teor de K extraível na camada superficial de solo, de 0 a 10 cm de profundidade, do que na subjacente (10-20 cm), mas apenas na zona das linhas de NT e CT2 esta diferença foi significativa.

3.6 CARBONO ORGÂNICO

Do quadro 6 constam os teores de carbono orgânico total e das fracções de carbono não humificado e solúvel em água quente, bem como as percentagens que estas representam em relação ao total de C orgânico. Os valores apresentados referem-se às médias e desvios padrão para cada nível dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição'.

Quadro 6 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbono orgânico total (C_{org}), carbono não humificado (C_{nHum}), carbono solúvel em água quente (C_{HW}) e percentagens de C_{nHum} e C_{HW} em relação ao C_{org} , para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão×Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação	Níveis	C_{org}	C_{nHum} g kg ⁻¹	C_{HW}	C_{nHum}/C_{org}	C_{HW}/C_{org}
					%	%
Gestão	NT	7,4 \pm 4,7b	1,58 \pm 1,3b	0,40 \pm 0,22b	20,9 \pm 7,5a	6,0 \pm 2,0a
	CT+E	16,2 \pm 6,6a	3,54 \pm 2,1a	0,59 \pm 0,17a	21,6 \pm 7,5a	3,9 \pm 0,8b
	CT1	6,4 \pm 2,2b	1,04 \pm 0,5bc	0,26 \pm 0,10c	16,0 \pm 4,1b	4,3 \pm 1,0b
	CT2	6,5 \pm 2,1b	0,80 \pm 0,6c	0,25 \pm 0,09c	11,1 \pm 5,8c	3,7 \pm 0,8b
Posição	L	7,5 \pm 3,3b	1,27 \pm 0,8b	0,32 \pm 0,14b	16,7 \pm 7,0	4,4 \pm 1,2
	E	8,8 \pm 6,4a	1,69 \pm 1,8a	0,37 \pm 0,23a	16,9 \pm 7,9	4,7 \pm 1,9
Profundidade	0-10	10,6 \pm 5,4a	2,10 \pm 1,6a	0,45 \pm 0,20a	18,9 \pm 6,5a	4,4 \pm 1,0b
	10-20	5,6 \pm 3,3b	0,86 \pm 0,9b	0,24 \pm 0,11b	14,7 \pm 7,8b	4,8 \pm 2,0a
Gestão×Profundidade						
L	NT×0-10	7,6 \pm 2,1bc	1,54 \pm 0,45b	0,39 \pm 0,09b	21,0 \pm 6,5a	5,2 \pm 0,9ab
	NT×10-20	4,1 \pm 2,0d	0,76 \pm 0,44bc	0,23 \pm 0,07cd	19,6 \pm 7,6a	6,0 \pm 1,4a
	CT+E×0-10	15,8 \pm 2,1a	3,04 \pm 1,29a	0,62 \pm 0,06a	20,0 \pm 9,3a	4,0 \pm 0,4abc
	CT+E×10-20	8,2 \pm 1,6bc	1,76 \pm 0,53ab	0,39 \pm 0,07b	21,3 \pm 4,5a	4,8 \pm 0,5abc
	CT1×0-10	9,3 \pm 1,0b	1,72 \pm 0,40b	0,36 \pm 0,11b	18,5 \pm 3,4a	3,9 \pm 1,0bc
	CT1×10-20	5,5 \pm 0,7cd	0,76 \pm 0,21bc	0,22 \pm 0,05cd	14,2 \pm 4,3ab	4,1 \pm 1,0bc
	CT2×0-10	8,6 \pm 2,1b	1,30 \pm 0,59bc	0,33 \pm 0,05bc	15,2 \pm 5,8ab	3,9 \pm 0,9bc
	CT2×10-20	5,3 \pm 1,2cd	0,42 \pm 0,25c	0,18 \pm 0,05d	7,7 \pm 3,8b	3,5 \pm 0,8c
E	NT×0-10	14,0 \pm 3,5b	3,28 \pm 1,5b	0,71 \pm 0,18a	22,8 \pm 8,7a	5,2 \pm 0,8b
	NT×10-20	3,9 \pm 1,0e	0,74 \pm 0,22c	0,28 \pm 0,05c	20,3 \pm 7,7ab	7,8 \pm 2,9a
	CT+E×0-10	25,5 \pm 1,2a	6,07 \pm 1,97a	0,82 \pm 0,11a	23,9 \pm 7,7ab	3,2 \pm 0,5bc
	CT+E×10-20	15,5 \pm 3,2b	3,30 \pm 1,57b	0,53 \pm 0,03b	21,3 \pm 9,0ab	3,5 \pm 0,8bc
	CT1×0-10	6,7 \pm 1,4cd	1,14 \pm 0,32c	0,30 \pm 0,05c	17,3 \pm 3,4ab	4,7 \pm 0,9bc
	CT1×10-20	4,1 \pm 1,3e	0,53 \pm 0,06c	0,17 \pm 0,02d	13,9 \pm 3,4bc	4,4 \pm 1,1bc
	CT2×0-10	7,5 \pm 1,4c	1,17 \pm 0,41c	0,32 \pm 0,07c	15,4 \pm 3,3ab	4,2 \pm 0,5bc
	CT2×10-20	4,8 \pm 0,6de	0,29 \pm 0,15c	0,17 \pm 0,03d	6,1 \pm 2,7c	3,5 \pm 0,7c

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

O pomar com incorporação de estrume apresenta os maiores teores de carbono orgânico total, não humificado e solúvel. As restantes formas de gestão do solo (CT1, CT2 e NT), não diferiram significativamente quanto ao teor de C_{org} , mas apresentam diferenças significativas nos teores de carbono não humificado - NT maior que CT2, e CT1 com valor intermédio - e solúvel em água quente - NT maior que CT1 e CT2.

As amostras de solo colhidas a maior profundidade (10-20 cm) apresentaram menores teores de carbono total e solúvel em água quente em todos os sistemas de gestão e posições, comparativamente aos teores obtidos nas amostras colhidas até 10 cm de profundidade. A fracção de carbono não humificado também apresentou esta tendência, mas apenas significativamente nas entrelinhas dos pomares NT e CT+E.

Em termos percentuais, os sistemas não mobilizado e mobilizado com incorporação de estrume apresentaram maiores fracções de carbono orgânico não humificado que os sistemas mobilizados. A fracção de C representada por C_{nHum} diminuiu com a profundidade, mas apenas significativamente na entrelinha de CT2.

A fracção de carbono solúvel em água quente representou maior percentagem de C_{org} em NT do que nos restantes sistemas. Esta fracção foi significativamente superior na camada 10-20 cm, nomeadamente na entrelinha do pomar não mobilizado.

3.7 AZOTO TOTAL E RAZÃO C:N

No quadro 7 apresentam-se os resultados médios dos teores de azoto total e da razão C:N, determinados para cada nível dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e interacção 'Gestão×Profundidade', para as duas posições consideradas.

O pomar CT+E apresentou os mais elevados teores de azoto, enquanto CT2 obteve teores até quatro vezes menores. Nos sistemas NT e CT1 determinaram-se teores de N total intermédios, dentro da mesma ordem de grandeza.

Em todos os sistemas foram determinadas quantidades significativamente menores de azoto total na camada 10-20 do que na correspondente 0-10 cm de profundidade.

Nos sistemas de gestão CTE+E e NT a entrelinha apresentou maiores teores de N total do que a linha de plantação, verificando-se o oposto nos resultados obtidos nos solos mobilizados CT1 e CT2.

A razão C:N calculada foi significativamente mais elevada no pomar CT2, em concordância com os baixos teores de N total.

Em geral, a razão C:N diminuiu com a profundidade em todos os sistemas, sendo a diferença significativa apenas na entrelinha do sistema NT.

Quadro 7 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de azoto total (N) e razão C:N, para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição', 'Profundidade' e da interacção 'Gestão \times Profundidade' para cada nível do factor 'Posição', conforme referidos no quadro 1.

Fontes de variação	Níveis	N g kg ⁻¹	C:N
Gestão	NT	0,94 \pm 0,44b	7,4 \pm 1,7c
	CT+E	1,84 \pm 0,64a	8,7 \pm 0,8b
	CT1	0,81 \pm 0,23b	7,7 \pm 1,2bc
	CT2	0,59 \pm 0,19c	11,2 \pm 1,6a
Posição	L	0,87 \pm 0,37b	8,8 \pm 2,3
	E	0,99 \pm 0,66a	8,7 \pm 2,0
Profundidade	0-10	1,17 \pm 0,58a	9,1 \pm 1,6a
	10-20	0,69 \pm 0,37b	8,4 \pm 2,6b
Gestão \times Profundidade			
L	NT \times 0-10	1,00 \pm 0,23bc	7,6 \pm 1,0bc
	NT \times 10-20	0,61 \pm 0,23de	6,7 \pm 1,5c
	CT+E \times 0-10	1,76 \pm 0,20a	8,9 \pm 0,6b
	CT+E \times 10-20	1,09 \pm 0,23b	7,6 \pm 0,6bc
	CT1 \times 0-10	1,12 \pm 0,13b	8,4 \pm 0,6bc
	CT1 \times 10-20	0,74 \pm 0,08d	7,4 \pm 1,0bc
	CT2 \times 0-10	0,76 \pm 0,14cd	11,3 \pm 1,9a
	CT2 \times 10-20	0,45 \pm 0,12e	12,2 \pm 1,7a
E	NT \times 0-10	1,51 \pm 0,39b	9,3 \pm 0,9bc
	NT \times 10-20	0,64 \pm 0,10cde	6,0 \pm 1,3e
	CT+E \times 0-10	2,74 \pm 0,10a	9,3 \pm 0,4abc
	CT+E \times 10-20	1,76 \pm 0,33b	8,8 \pm 0,7bcd
	CT1 \times 0-10	0,83 \pm 0,11c	8,0 \pm 1,0cd
	CT1 \times 10-20	0,57 \pm 0,09de	7,2 \pm 1,7de
	CT2 \times 0-10	0,73 \pm 0,13cd	10,2 \pm 1,1ab
	CT2 \times 10-20	0,43 \pm 0,06e	11,2 \pm 1,4a

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

3.8 C E N DA BIOMASSA MICROBIANA

No quadro 8 apresentam-se os resultados da quantificação de C e N da biomassa microbiana, bem como os quocientes microbianos e a razão C:N da biomassa microbiana calculados. Indicam-se valores médios e desvios padrão para cada nível dos factores 'Gestão', 'Posição' e 'Profundidade', e da interacção 'Gestão \times Profundidade'.

Globalmente os quatro pomares não diferiram quanto à biomassa das populações microbianas do solo, tanto em teor de carbono como de azoto.

Considerando as duas posições de amostragem, todas as entrelinhas apresentaram maiores teores de C e N da biomassa microbiana do que as respectivas linhas.

Quadro 8 - Valores médios \pm desvio padrão dos teores de carbono (C_{mic}) e azoto (N_{mic}) quantificados na biomassa microbiana, respectivos quocientes microbianos (Q_C e Q_N) e razão carbono-azoto da biomassa microbiana ($C_{mic}:N_{mic}$), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional), 'Posição' (L - linha, E - entrelinha) e respectiva interacção (n=6).

Fontes de variação	Níveis	C_{mic}	N_{mic}	$C_{mic}:N_{mic}$	Q_C	Q_N
		mg kg ⁻¹			%	
Gestão	NT	825,1 \pm 516,0	127,5 \pm 92,8	6,7 \pm 1,4a	7,53 \pm 3,2ab	9,77 \pm 6,6bc
	CT+E	730,8 \pm 236,9	144,2 \pm 42,4	5,0 \pm 0,5b	3,79 \pm 1,6b	6,77 \pm 2,8c
	CT1	636,4 \pm 181,0	116,8 \pm 21,3	5,4 \pm 1,2ab	8,59 \pm 3,9a	12,4 \pm 3,0b
	CT2	845,6 \pm 317,8	154,3 \pm 35,9	5,4 \pm 1,6ab	10,9 \pm 4,6a	21,1 \pm 5,6a
Posição	L	600,5 \pm 236,0b	113,7 \pm 52,3b	5,5 \pm 1,5	6,31 \pm 2,5b	11,0 \pm 6,4b
	E	918,5 \pm 352,4a	157,7 \pm 50,2a	5,8 \pm 1,3	9,11 \pm 5,2a	14,0 \pm 7,5a
Gestão \times Posição	NT \times L	409,6 \pm 69,4c	50,1 \pm 23,8c	7,5 \pm 1,6a	5,79 \pm 1,5bc	5,24 \pm 2,5d
	NT \times E	1240,7 \pm 407,9a	204,9 \pm 63,4a	6,0 \pm 0,6ab	9,27 \pm 3,7ab	14,31 \pm 6,3bc
	CT+E \times L	671,7 \pm 313,7bc	137,8 \pm 59,3ab	4,8 \pm 0,6b	4,45 \pm 2,1bc	8,04 \pm 3,5cd
	CT+E \times E	789,9 \pm 129,4abc	150,6 \pm 18,5ab	5,2 \pm 0,4b	3,13 \pm 0,6c	5,51 \pm 0,8d
	CT1 \times L	521,9 \pm 128,3bc	115,5 \pm 23,0bc	4,5 \pm 0,6b	5,65 \pm 1,5bc	10,4 \pm 2,3cd
	CT1 \times E	750,9 \pm 155,4bc	118,1 \pm 21,7bc	6,4 \pm 0,9ab	11,5 \pm 3,1a	14,3 \pm 2,4abc
	CT2 \times L	798,7 \pm 178,9abc	151,5 \pm 26,1ab	5,2 \pm 0,4b	9,34 \pm 1,7ab	20,2 \pm 3,7ab
	CT2 \times E	892,5 \pm 430,0ab	157,1 \pm 46,3ab	5,6 \pm 2,3ab	12,5 \pm 6,1a	21,9 \pm 7,2a

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

Na entrelinha do pomar com cobertura herbácea determinaram-se teores mais elevados de C e N da biomassa microbiana. Por seu lado, a linha de plantação deste sistema apresentou a maior quantidade de C imobilizado por unidade N na biomassa microbiana.

Na análise dos quocientes microbianos, haverá que ter em conta que os cálculos de C_{mic} e N_{mic} não incluíram a redução dos respectivos factores de conversão k_C e k_N , pelo que as percentagens calculadas estarão sobredimensionadas (García *et al.*, 2003; Jenkinson *et al.*, 1987, cit. em: Gregorich *et al.*, 1994).

As maiores fracções de C e N totais imobilizadas na biomassa microbiana corresponderam aos sistemas de gestão CT1 e CT2, enquanto CT+E apresentou os quocientes mais baixos.

À excepção deste último, todos os sistemas apresentaram em geral maiores quocientes microbianos na entrelinha do que na linha de plantação.

3.9 MINERALIZAÇÃO DE CARBONO

A figura 3 representa a evolução da libertação de dióxido de carbono decorrente da actividade microbiana das amostras de solo colhidas nos pomares em estudo, ao longo de 119 dias de incubação em sistema fechado.

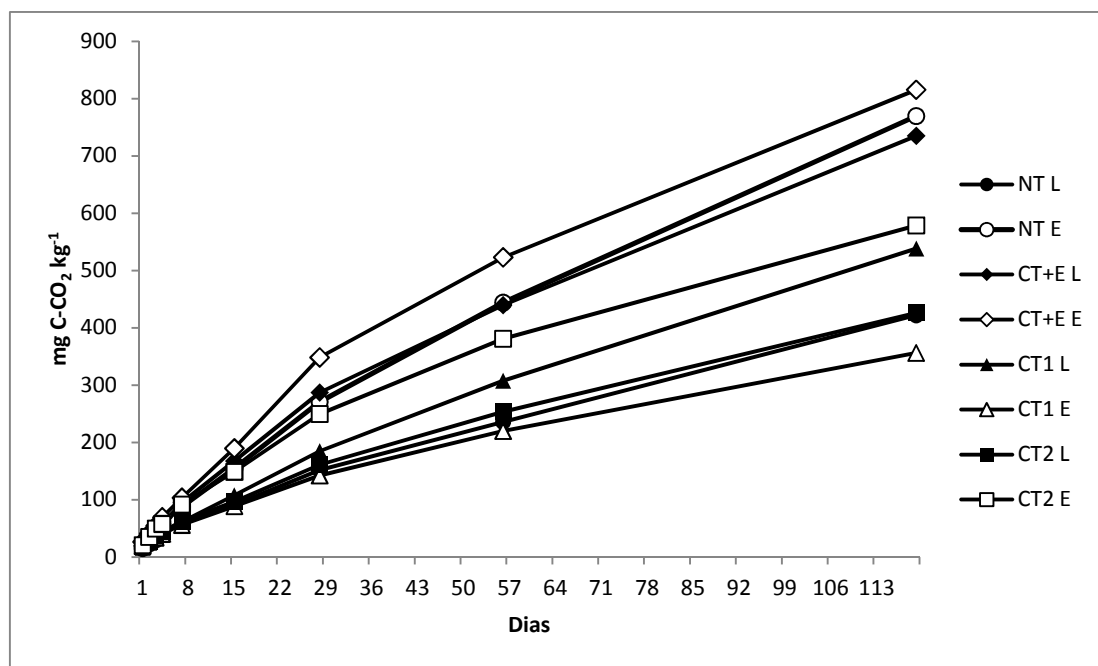


Figura 3 - Carbono libertado na forma de CO₂ ao longo de 120 dias de incubação por quilograma de solo seco, para cada pomar (NT - não mobilizado, CT+E - mobilizado com estrume; CT1 e CT2 - mobilização convencional) e cada posição de amostragem (L - linha de plantação; E - entrelinha).

A emissão de CO₂ pelos microrganismos do solo seguiu um padrão semelhante para todos os sistemas, sobressaindo, no entanto, uma maior actividade respiratória em CT+E desde os primeiros dias de incubação.

Em geral a emissão de dióxido de carbono das entrelinhas suplantou a das linhas em cada sistema de gestão, à excepção de CT1.

A diferença entre as posições L e E foi notoriamente maior no sistema não mobilizado com enrelvamento, cujo acumulado final de C-CO₂ respirado da entrelinha foi quase duas vezes superior ao libertado pelas amostras da respectiva linha (ver Quadro 9).

No quadro 9 Indicam-se valores médios e desvios padrão do carbono mineralizado acumulado no final do período de incubação por unidade de massa de solo, do carbono mineralizado por unidade de carbono orgânico total para o 7º e o 119º dia de incubação (taxas de mineralização), e o quociente metabólico, de acordo com os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e respectiva interacção, devidamente separados pelo teste de Tukey.

No final de 119 dias de incubação, o pomar mobilizado com incorporação de estrume mineralizou significativamente mais carbono que os restantes sistemas de gestão.

Em geral, as entrelinhas mineralizaram maior quantidade de C do que as respectivas linhas, mas só em NT as quantidades de dióxido de carbono libertado pelas duas posições diferiram significativamente.

Quadro 9 - Valores médios \pm desvio padrão do carbono mineralizado total (C_{\min}), taxa de mineralização de carbono ao 7º e ao 119º dia ($C_{\min 7}$ e $C_{\min 119}$) e quociente metabólico (qCO_2), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e respectiva interacção, conforme referidos no quadro 8.

Fontes de variação	Níveis	C_{\min}	$C_{\min 7}$	$C_{\min 119}$	qCO_2
		mg C-CO ₂ kg ⁻¹	mg C-CO ₂ g ⁻¹ C _{org}	mg C g ⁻¹ C _{mic} dia ⁻¹	
Gestão	NT	595,7 \pm 232,1b	7,37 \pm 1,76ab	58,55 \pm 17,36a	11,55 \pm 5,21
	CT+E	775,3 \pm 136,8a	5,03 \pm 1,49b	39,38 \pm 10,05b	14,93 \pm 4,85
	CT1	447,4 \pm 115,0b	7,52 \pm 2,32ab	56,29 \pm 10,64ab	11,10 \pm 5,22
	CT2	502,5 \pm 114,8b	10,1 \pm 3,76a	65,19 \pm 21,54a	11,70 \pm 8,24
Posição	L	530,5 \pm 165,4b	7,10 \pm 2,02	53,65 \pm 12,53	13,1 \pm 5,48
	E	630,0 \pm 217,1a	7,90 \pm 3,76	56,06 \pm 22,31	11,5 \pm 6,57
Gestão \times Posição	NT \times L	421,9 \pm 86,55de	8,32 \pm 1,64b	59,71 \pm 17,90ab	15,27 \pm 4,44
	NT \times E	769,5 \pm 196,2ab	6,43 \pm 1,40bc	57,40 \pm 18,42ab	7,82 \pm 2,60
	CT+E \times L	735,2 \pm 165,3abc	5,98 \pm 1,47bc	46,60 \pm 8,68bc	15,23 \pm 5,89
	CT+E \times E	815,4 \pm 99,92a	4,08 \pm 0,73c	32,17 \pm 4,71c	14,63 \pm 4,10
	CT1 \times L	538,6 \pm 70,78cde	6,60 \pm 1,70bc	58,28 \pm 9,44ab	14,80 \pm 3,42
	CT1 \times E	356,2 \pm 64,15e	8,45 \pm 2,62b	54,31 \pm 12,28bc	7,39 \pm 3,91
	CT2 \times L	426,3 \pm 92,10de	7,51 \pm 2,68bc	50,03 \pm 9,59bc	7,17 \pm 3,92
	CT2 \times E	578,8 \pm 80,87bcd	12,7 \pm 2,85a	80,35 \pm 19,43a	16,23 \pm 9,20

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

As taxas de *turnover* de carbono, calculadas ao sétimo e ao centésimo décimo nono dia de incubação, revelam o consumo de uma maior fracção do carbono orgânico total na entrelinha do sistema CT2. A mesma posição de CT+E obteve as menores taxas de mineralização.

O quociente metabólico, determinado com base na libertação de dióxido de carbono ao sétimo dia de incubação, não foi significativamente diferente entre os sistemas de gestão estudados.

3.10 MINERALIZAÇÃO DE AZOTO

A figura 4 representa a evolução da concentração das duas formas de azoto mineral, NH_4^+ e NO_3^- , dos solos estudados ao longo das 16 semanas de incubação aeróbia.

A produção de NH_4^+ foi sempre acompanhada por oxidação a NO_3^- , por isso os teores do catião são sempre mais baixos do que os do anião. Para uma melhor compreensão dos resultados, apresentam-se as evoluções em escalas diferentes.

A evolução do teor do ião amónio foi semelhante entre todos os sistemas: decréscimo inicial seguido de um pico de produção a que se segue novo consumo durante o qual, perto da oitava semana (dia 56), ocorre uma ligeira diferenciação de NT e CT+E que parecem ser capazes de conservar algum do NH_4^+ formado, após o que se seguem novos ciclos de produção e consumo de menor amplitude.

O balanço de ião amónio no final das 16 semanas foi negativo para todos os sistemas de gestão (ver Quadro 10).

As linhas de plantação mineralizaram sempre mais nitrato que as respectivas entrelinhas, excepto no pomar não mobilizado com enrelvamento, com a entrelinha a distinguir-se dos restantes sistemas a partir do 56º dia de incubação pela formação de NO_3^- a taxas muito superiores a qualquer outro.

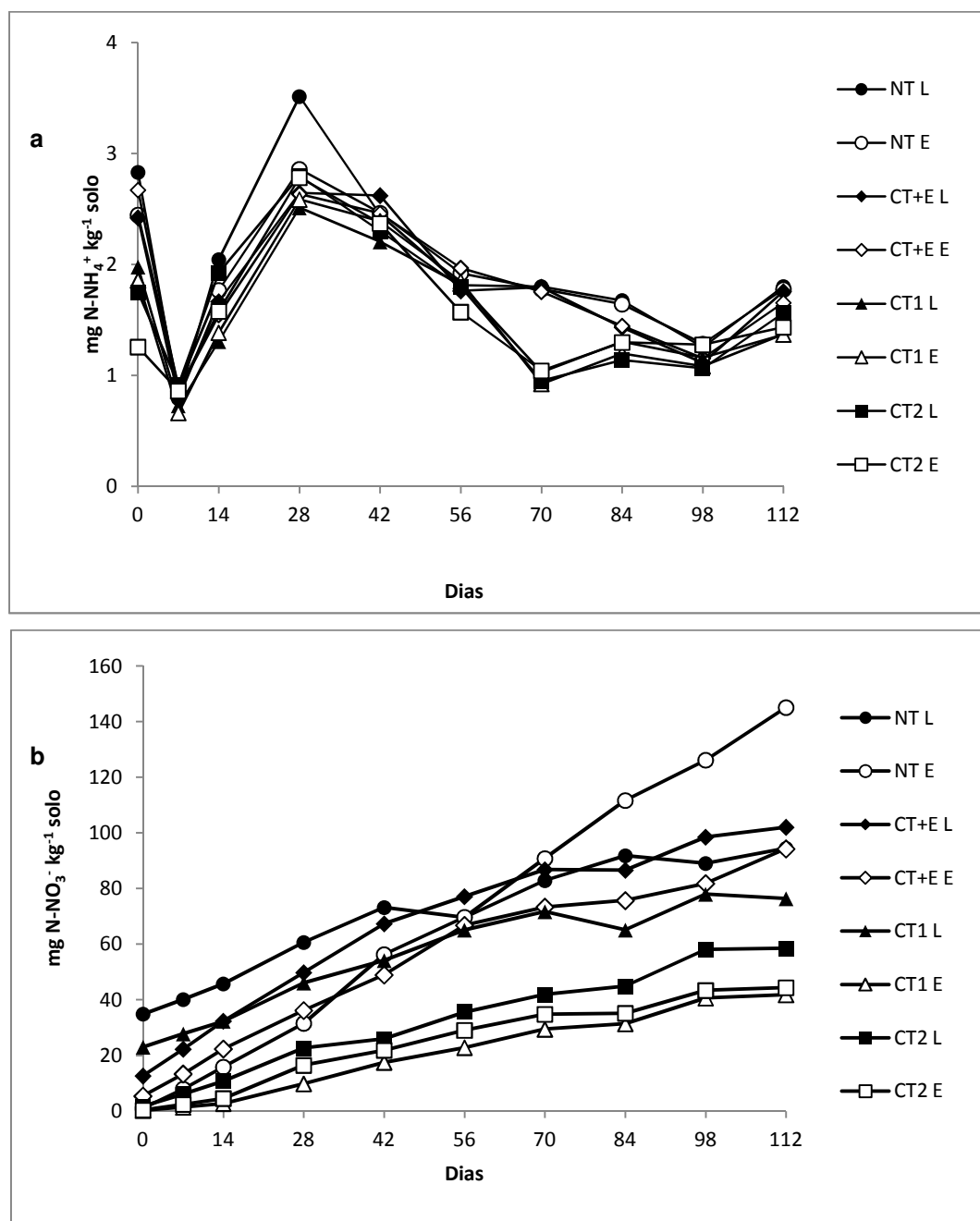


Figura 4 - Evolução das concentrações de N-NH_4^+ (a) e N-NO_3^- (b) ao longo de 16 semanas de incubação aeróbia sem lixiviação, para cada pomar, e cada posição de amostragem, conforme referidos na figura 3.

No quadro 10 são apresentadas as médias e os desvios padrão dos teores de amónio e nitrato líquidos mineralizados durante as 16 semanas e a respectiva taxa de mineralização líquida por unidade de N total inicial, para os vários níveis dos factores 'Gestão' e 'Posição' bem como da interacção destes.

Quadro 10 - Valores médios \pm desvio padrão do azoto líquido mineralizado em iões amónio e nitrato (N-NH_4^+ e N-NO_3^-) e taxa de mineralização líquida de azoto ($(\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)/\text{N}_{\text{total}}$), para os diferentes níveis dos factores 'Gestão', 'Posição' e respectiva interacção, conforme referidos no quadro 8.

Fontes de variação	Níveis	N-NH_4^+ mg N kg ⁻¹	N-NO_3^- mg N kg ⁻¹	$(\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)/\text{N}_{\text{total}}$ mg N g ⁻¹ N _{total}
Gestão	NT	-0,59 \pm 0,28b	101,89 \pm 49,03a	79,5 \pm 27,7a
	CT+E	-0,84 \pm 0,49b	89,13 \pm 43,10a	44,6 \pm 15,8b
	CT1	-0,55 \pm 0,25b	47,49 \pm 8,46b	48,7 \pm 7,49b
	CT2	-0,01 \pm 0,61a	50,37 \pm 21,12b	67,2 \pm 28,0ab
Posição	L	-0,49 \pm 0,55	64,81 \pm 20,68	58,6 \pm 16,9
	E	-0,50 \pm 0,51	79,63 \pm 54,04	61,4 \pm 31,8
Gestão \times Posição	NT \times L	-0,50 \pm 0,30	59,65 \pm 11,60b	61,4 \pm 17,8bc
	NT \times E	-0,67 \pm 0,24	144,12 \pm 29,54a	97,6 \pm 24,0a
	CT+E \times L	-0,66 \pm 0,60	89,40 \pm 26,19b	51,0 \pm 16,0bc
	CT+E \times E	-1,02 \pm 0,32	88,86 \pm 58,32b	38,2 \pm 14,0c
	CT1 \times L	-0,61 \pm 0,26	53,39 \pm 4,40b	47,5 \pm 5,51bc
	CT1 \times E	-0,49 \pm 0,26	41,59 \pm 7,40b	50,0 \pm 9,46bc
	CT2 \times L	-0,19 \pm 0,84	56,79 \pm 11,63b	74,7 \pm 13,0ab
	CT2 \times E	0,18 \pm 0,24	43,96 \pm 27,33b	59,7 \pm 37,6bc

Valores no mesmo grupo seguidos da mesma letra não diferem significativamente para $\alpha=0,05$ pelo teste de Tukey.

Conforme graficamente representado, os processos de amonificação e nitrificação ocorreram em simultâneo durante todo o período de incubação. Sendo todo o NH_4^+ formado prontamente oxidado, verifica-se um balanço negativo em todos os sistemas, excepto na entrelinha de CT2, onde um pequeno ganho de azoto na forma amoniacal foi conseguido no final da incubação. Não obstante, os resultados líquidos de amonificação não diferiram entre sistemas de gestão ou posições de amostragem.

A maior nitrificação líquida verificada nas linhas em relação às respectivas entrelinhas nos pomares mobilizados, com e sem adição de estrume não foi significativa.

No final do período de incubação, a entrelinha do pomar não mobilizado disponibilizou a maior quantidade líquida de NO_3^- de entre todos sistemas. Com uma taxa de mineralização líquida de aproximadamente 10% do N total, foi este o pomar que maior fracção do N total mineralizou nas 16 semanas de incubação.

Apesar de ter obtido uma quantidade de N-NO_3^- líquida relativamente elevada, a entrelinha do pomar CT+E apresentou a menor fracção de N mineralizada.

3.11 BIOMASSA E COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA

No quadro 11 apresentam-se as médias e desvios padrão da quantificação da biomassa da parte aérea da vegetação herbácea colhida nas entrelinhas dos quatro pomares, em Fevereiro de 2012. O sistema de gestão do solo não teve efeito significativo sobre este parâmetro.

Quadro 11 - Valores médios \pm desvio padrão da biomassa da parte aérea da vegetação herbácea (n=5) para os diferentes níveis do factor 'Gestão' (NT - não mobilizado com enrelvamento permanente; CT+E - mobilizado com incorporação de estrume, CT1 e CT2 - mobilização convencional).

Gestão	Matéria Seca g m ⁻²
NT	295,38 \pm 82,29
CT+E	316,95 \pm 109,10
CT1	292,84 \pm 92,87
CT2	246,92 \pm 32,44

As espécies identificadas e a percentagem de coberto, estimada pelo número de toques na linha em relação ao total de toques, são apresentadas no quadro 12, onde se indicam também o índice de diversidade de Shannon-Weaver e a equitabilidade para cada pomar.

No total foram identificadas 15 espécies herbáceas, 11 das quais foram identificadas nos levantamentos florísticos da região Oeste na década de '80 por Vasconcelos *et al.* (2003). Apenas a malva-bastarda (*Lavatera cretica* L.) foi presença comum nos quatro pomares.

Em Alguber, para além desta, também a gramínea *Poa annua* L. ocorreu nos três sistemas de gestão, representando uma boa parte da cobertura dos solos não mobilizado e mobilizado com incorporação de estrume.

A composição florística de CT+E é semelhante a NT em seis das nove espécies encontradas em cada pomar. Apesar dos índices de diversidade e equitabilidade serem semelhantes, a ocupação relativa de cada espécie difere ligeiramente podendo considerar-se mais relevantes a *Poa annua* L., com maior ocupação em NT, e o *Medicago polymorpha* L., com ocupação mais equilibrada em CT+E.

O pomar mobilizado CT1 apresentou o menor índice de diversidade e a menor equitabilidade, contando apenas com quatro espécies e uma ocupação massiva de margaça-de-inverno (*Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc.).

Quadro 12 - Percentagem de coberto das espécies vegetais herbáceas presentes num transecto de 10 m nas entrelinhas dos sistemas de gestão referidos no quadro 11, respectivo índice de diversidade de Shannon-Weaver (*H*) e equitabilidade (*J*).

Espécie	NT	CT+E	CT1	CT2
<i>Poa annua</i> L.	62,1%	46,9%	19,8%	
<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.		1,0%	79,3%	
<i>Lolium rigidum</i> (Gaud.)	24,3%	34,0%		
<i>Medicago polymorpha</i> L.	3,9%	12,0%		21,8%
<i>Senecio vulgaris</i> L.		1,4%		24,1%
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.)	2,4%			17,2%
<i>Lavatera cretica</i> L.	2,4%	1,9%	0,5%	8,0%
<i>Calendula arvensis</i> L.				17,2%
<i>Geranium dissectum</i> L.	1,0%	1,0%		2,3%
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	1,0%	1,4%		
<i>Sinapis arvensis</i> L.		0,5%		4,6%
<i>Erodium chium</i> (L.) Wild.				4,6%
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	1,9%			
<i>Nothoscordum gracile</i> (Aiton) Stearn.	1,0%			
<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.			0,5%	
<i>H</i>	1,16	1,29	0,53	1,85
<i>J</i>	0,53	0,59	0,38	0,89

Apesar de partilhar com os pomares de Alguber cinco das oito espécies identificadas, a entrelinha de CT2 apresentou uma ocupação do solo relativamente mais equilibrada que nos restantes sistemas, reflectida num maior índice de Shannon-Weaver e numa maior equitabilidade. Quatro espécies ocorrem em quantidade semelhante, entre as quais é notória a abundância de *Medicago polymorpha* L.

4 DISCUSSÃO

A quantidade, localização e método de incorporação dos resíduos orgânicos foram determinantes para as diferenças encontradas entre os sistemas de gestão, para a maioria dos indicadores.

De seguida expõem-se os aspectos mais relevantes destas diferenças, enquanto se discutem as implicações para o agroecossistema em questão e se avalia a capacidade de cada indicador para distinguir claramente alterações significativas na qualidade do solo.

Massa volúmica aparente

Apesar de no âmbito deste estudo ser mais interessante a avaliação de possíveis modificações das condições físicas do solo na zona da entrelinha, onde têm lugar as intervenções capazes de alterar significativamente a massa volúmica aparente, é notória a ocorrência de menores valores deste indicador nas faixas correspondentes às linhas de plantação de árvores em todos os sistemas de gestão, o que é facilmente explicado pela menor perturbação do solo na zona ocupada pelas árvores.

Foi possível identificar um decréscimo acentuado da massa volúmica aparente no sistema de gestão CT+E, possivelmente devido à incorporação de estrume na entrelinha, tal como Marinari *et al.* (2000) verificaram em ensaios de aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos ao solo, e Carey *et al.* (2009) concluíram pela fertilização exclusivamente orgânica em pomares de quivi biológico na Nova Zelândia.

O facto de a camada de solo de 10 a 20 cm se distinguir da sobrejacente, com maior massa volúmica aparente média e maior desvio padrão, explica-se pela não concordância da profundidade de amostragem com a profundidade de mobilização.

Assim, os cilindros de solo não perturbado colhidos nesta camada incluem solo mobilizado em que é incorporado estrume na primeira metade, e solo não mobilizado nos restantes 5 cm.

O enrelvamento permanente nas entrelinhas do sistema NT também provocou um decréscimo da massa volúmica aparente na camada superficial de solo. A actividade do coberto vegetal aumenta a porosidade e melhora as condições físicas do solo de forma directa e indirecta, como comprovaram Morlat & Jacques (2003) após 17 anos de enrelvamento na vinha, e Ramos *et al.* (2010) em pomares de amendoeira com coberto vegetal. Contudo, é frequentemente descrito um aumento inicial da massa volúmica aparente em solos convertidos a sistemas de mobilização mínima ou não mobilização, devido ao efeito compactante do trânsito de máquinas e pessoas (Gómez *et al.*, 1999; Bescansa *et al.*, 2006). Seis anos após a mudança de gestão da

entrelinha de NT, este efeito é visível na camada de solo de 10 a 20 cm de profundidade, cuja massa volúmica aparente atinge valores considerados impeditivos do normal desenvolvimento de raízes (Botelho da Costa, 1975).

Os dois pomares sujeitos a mobilização convencional (CT1 e CT2) apresentaram massa volúmica aparente da mesma ordem de grandeza da camada 10-20 cm de NT, o que comprova o carácter temporário do efeito benéfico da mobilização sobre este parâmetro apontado por vários autores (Haynes, 1980).

Fertilidade

A reacção do solo dos pomares em estudo classifica-se de levemente a moderadamente alcalina, pelo que uma gestão ideal deverá baixar ligeiramente o pH até níveis próximos da neutralidade, para os quais seja assegurada maior disponibilidade de nutrientes e proporcionadas melhores condições para o desenvolvimento da cultura (Tromp, 2005).

O processo de decomposição e transformação da matéria orgânica envolve a formação de diferentes ácidos orgânicos e inorgânicos, que promovem a acidificação do solo pela produção de iões H^+ (Brady & Weil, 2008), o que explicará o decréscimo do pH no sistema em que se incorpora estrume.

A manutenção de um coberto vegetal nas entrelinhas do sistema NT também propiciou um decréscimo do pH, mas apenas na camada superficial do solo (0 a 10 cm), possivelmente devido à acumulação e declínio dos resíduos das herbáceas, e de exsudados das raízes, efeito também observado por Ramos *et al.* (2010) em pomares de amendoeira instalados em solos alcalinos em clima semiárido.

Na entrelinha do pomar CT1, mantido por mobilização convencional, foram determinados valores de pH mais elevados, o que poderá estar relacionado com os maiores teores de carbonatos totais e calcário activo determinados neste sistema, cuja dissolução favorece a formação de aniões hidroxilo e a consequente alcalinização do solo. Também o maior teor de sódio no complexo de troca poderá indicar a presença de carbonatos e bicarbonatos de sódio que potenciam a formação de OH^- (Brady & Weil, 2008).

No pomar mobilizado CT2 ocorrem valores de pH ligeiramente inferiores, o que poderá dever-se às sucessivas aplicações de adubo amoniacal que promovem a acidificação do solo (Brady & Weil, 2008). Note-se que a diferença entre os valores de pH determinados em água e em solução KCl 1 M é maior neste que nos restantes sistemas em estudo, o que indica alguma ocupação do complexo de troca por H^+ , provavelmente formado durante a oxidação do sulfato de amónio.

Apesar de as linhas de plantação serem geridas de forma similar nos quatro pomares em estudo, alguma diferenciação do pH e teores de bases decorrente da gestão foi

observada, nomeadamente pela camada superficial do sistema NT que denota um pH próximo de 7, que se pode justificar pelo efeito acidificante dos herbicidas aplicados, tal como propuseram Atkinson & White (1976), citado por Haynes (1981). Carey *et al.* (2009) também relacionaram decréscimos de pH e capacidade de troca catiónica nas linhas de plantações de pomares de quivi com a aplicação de fertilizantes inorgânicos azotados, tal como acontece nos pomares em estudo.

Tendo em conta os valores relativamente elevados de pH do solo dos quatro pomares, as formas inorgânicas predominantes de fósforo serão fosfatos de cálcio relativamente pouco disponíveis, pelo que o método de Olsen será o que melhor mimifica as condições de absorção encontradas pelas raízes (Pierzynski, 2000). Os resultados mostram que este método doseia apenas uma pequena parte do fósforo extraído pelo método de Egnér-Riehm, o que pode ser explicado pela dificuldade de extracção dos fosfatos de cálcio pela solução utilizada no método de Olsen, mas que são solubilizados pelo lactato de amónio e ácido acético (pH 3,7-3,8) no método de Egnér-Riehm (Póvoas & Barral, 1992).

Não obstante, o método de Egnér-Riehm é o mais usado em análises de rotina em Portugal, pelo que a diferença quantitativa observada entre os dois métodos terá implicações agronómicas importantes.

De facto, a fertilidade dos solos analisados varia entre 'Média' a 'Muito alta', considerando as classes de fertilidade definidas para teores em P_{ER} (INIAP, 2006). A interpretação agronómica desta classificação determina níveis suficientes para a maioria das culturas. No entanto, considerando o limite mínimo genérico de resposta das culturas de 10 mg kg^{-1} de P extraível, proposto por Olsen *et al.* (1954), os baixos teores de P_O determinados nos sistemas CT1 e CT2 justificariam um seguimento cuidadoso da evolução da disponibilidade deste nutriente no solo.

Não tendo sido possível obter informações sobre as quantidades de fertilizantes aplicadas em CT1 e os teores foliares de P nas árvores dos quatro pomares, torna-se difícil relacionar os factores de gestão com os teores de fósforo determinados e respectivas implicações agronómicas para cada sistema.

Em geral pode referir-se que nos pomares NT, CT+E e CT2, as quantidades de P aplicadas estão acima das recomendações segundo as normas de Produção Integrada para pomóideas (Cavaco, 2011), considerando os níveis de P_{ER} e carbonatos totais determinados, os níveis de produção média indicados pelos agricultores e admitindo teores foliares suficientes.

Numa perspectiva ambiental, tendo em conta que Horta & Torrent (2010) calcularam, para solos portugueses, que teores de P_O superiores a 50 mg kg^{-1} corresponderiam a condições de saturação favoráveis à remoção de P por lixiviação, os sistemas NT

(apenas a linha) e CT+E representam riscos de contaminação de massas de água próximas. Possivelmente estarão aqui reflectidos os efeitos cumulativos decorrentes de sucessivas aplicações de adubos fosfatados por vários anos. Com declives acentuados e com o solo desprovido de vegetação, o solo destes pomares poderá tornar-se uma potencial fonte de contaminação ambiental por fósforo.

Também a fertilização potássica, inorgânica e orgânica, aplicada nos pomares NT, CT+E e CT2 excede largamente a recomendação segundo as normas de Produção Integrada (Cavaco, 2011).

Os teores de K^+ no complexo de troca e K extraível observados na entrelinha de NT estão de acordo com o observado por Morlat & Jacques (2003), que relacionaram os aumentos nas quantidades disponíveis de potássio com a mineralização dos resíduos orgânicos provenientes das coberturas herbáceas instaladas nas entrelinhas da vinha. Não obstante, todos os sistemas são classificados de fertilidade 'Média' a 'Muito Alta', pelo que se supõe a possibilidade de algumas perdas de K^+ por lixiviação em todos eles (INIAP, 2006).

Matéria orgânica do solo

A definição de um limite mínimo de matéria orgânica a partir do qual as propriedades do solo são negativamente afectadas tem sido discutida em vários estudos, embora com resultados diversos e por vezes contraditórios, conforme Loveland & Webb (2003) analisaram. Não obstante, a classificação dos teores de matéria orgânica dos solos agrícolas usada em Portugal considera o limite mínimo de 2% para solos de textura média a fina (INIAP, 2006), pelo que os teores determinados nos sistemas em estudo são baixos, à excepção de CT+E que apresenta níveis médios.

Maiores teores de carbono orgânico foram determinados nas duas profundidades amostradas da entrelinha do pomar em que é incorporado estrume, tal como observado por Birkhofer *et al.* (2008) que compararam solos cultivados com aplicação de estrume e com aplicação fertilizantes minerais. Carey *et al.* (2009), também verificaram aumentos de C orgânico do solo em modo de produção biológica, que atribuíram à fertilização orgânica.

No presente estudo o aumento de carbono orgânico total em CT+E parece ter-se estendido à zona da linha de árvores, provavelmente por alguma dispersão do estrume aquando da operação de incorporação.

O aumento de carbono orgânico total, decorrente do contínuo fornecimento e reciclagem de resíduos da cobertura herbácea, tem sido considerado como uma das principais vantagens do enrelvamento das entrelinhas de culturas perenes (Morlat & Jacques, 2003; Hernández *et al.* 2005; Ramos *et al.*, 2010). Concordantemente, no sistema NT a camada superficial (0-10 cm) da entrelinha apresentou um aumento

significativo do teor de carbono orgânico, comparativamente à camada subjacente, à respectiva linha e às entrelinhas dos sistemas de mobilização convencional (CT1 e CT2). Também Wright *et al.* (2005) observaram a acumulação de matéria orgânica à superfície do solo não mobilizado, e o decréscimo desta em profundidade, como consequência da não incorporação dos resíduos. É possível supor que a elevada massa volúmica aparente registada na camada de solo de 10 a 20 cm de profundidade da entrelinha do pomar NT não permita a colonização por raízes da maioria das espécies herbáceas, cuja decomposição poderia favorecer aumentos de C a maiores profundidades, tal como sugeriu Haynes (1980).

Alguns estudos indicam um decréscimo do carbono orgânico total em solos não perturbados em que o controlo de infestantes é feito por herbicidas, tal como observaram Hernández *et al.* (2005) em olivais de sequeiro. Numa fase inicial, a não mobilização poderá proteger a matéria orgânica nativa do solo, mas a interrupção do contínuo retorno de resíduos orgânicos ao solo, leva a um decréscimo das fracções lábeis e, consequentemente, à gradual diminuição do teor de matéria orgânica total. Este fenómeno explicará os teores significativamente inferiores de carbono orgânico total registados na linha, relativamente à entrelinha, no pomar NT.

A grande maioria dos estudos aponta a mobilização do solo como promotora da mineralização da matéria orgânica, permitindo o acesso dos microrganismos a substratos e condições favoráveis à decomposição dos resíduos (Morlat & Jacques, 2003; Bescansa *et al.*, 2006; Ozpinar & Cay, 2006; Martins *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2010). Assim, nas entrelinhas dos sistemas CT1 e CT2, os teores carbono orgânico total são baixos, mesmo em comparação com os determinados nas respectivas linhas, onde são aplicados herbicidas.

As fracções lábeis de C determinadas - não humificado e solúvel em água quente - apresentaram forte correlação com o teor de carbono total, reflectindo aproximadamente as mesmas alterações decorrentes da quantidade, qualidade e forma de incorporação dos resíduos orgânicos no solo, o que está de acordo com resultados obtidos por outros autores (McLauchlan & Hobbie, 2004; Gregorich *et al.*, 2003). Deste ponto de vista, as fracções lábeis consideradas não discriminam os efeitos decorrentes de mudanças de gestão de forma mais clara do que o teor de carbono orgânico total.

No entanto, tendo em conta as médias globais para cada sistema de gestão, verifica-se que, ao contrário do teor de carbono orgânico total, o carbono não humificado distingue o sistema NT, do pomar com mobilização mais profunda CT2, e o carbono solúvel em água quente distingue claramente o primeiro dos dois pomares cuja entrelinha é sujeita a mobilização convencional (CT1 e CT2).

Sublinha-se que as indicações para a colheita de amostras de terra para análises de rotina em pomares de pomóideas preveem uma amostra composta dos quatro quadrantes da zona de projecção de 15 copas até aos 50 cm de profundidade (Cavaco, 2011), o que incorporará subamostras de ambas as posições e profundidades consideradas no âmbito do presente estudo. Por estas razões, as fracções de C não humificado e solúvel em água quente poderão ser consideradas indicadoras de tendências de alteração da matéria orgânica, mesmo antes de serem visíveis diferenças no seu teor total, tal como Haynes (2000) propôs para a identificação de perdas de C orgânico em pastagens convertidas recentemente para uso agrícola (mais de 9 anos).

Percentualmente, a fracção de carbono não humificado representou uma maior parte do C_{org} no sistema de gestão não mobilizado do que nos sistemas de mobilização convencional. Cambardella & Elliot (1992) encontraram resultados semelhantes ao compararem a fracção particulada da matéria orgânica de sistemas não mobilizados, mobilizados sem cobertura e mobilizados com *mulching*, verificando menores perdas em relação à referência (vegetação nativa), sempre que a gestão se baseava em práticas de não mobilização.

Por seu lado, CT+E apresentou uma proporção de C não humificado semelhante à encontrada em NT, o que indica uma capacidade de conservação, ou incapacidade de degradação, desta fracção de carbono, associada à incorporação de estrume.

Gregorich *et al.* (1994) referem o declínio rápido das fracções lábeis da matéria orgânica com o cultivo do solo. Neste estudo, a mobilização mais profunda em CT2, produz uma depleção na fracção não humificada da camada 10-20 cm, reduzindo-a para cerca de metade da proporção relativa desta na respectiva camada superficial, em ambas as posições amostradas.

O facto de este decréscimo em profundidade não ser significativo na entrelinha de CT1, poderá estar relacionado com duas principais razões: a mobilização a menor profundidade (15 cm), e as diferentes condições de colheita das amostras deste solo relativamente a CT2. Assim, a camada de 10-20 cm de CT1 não será totalmente exposta a condições favoráveis à mineralização da matéria orgânica, como certamente acontece no pomar CT2 devido à mobilização a 40 cm de profundidade. Em linha com estes resultados, Ozpinar & Cay (2006) referem maiores perdas de C em sistemas de mobilização mais profundos. Por outro lado, a mobilização no início do ano, e as condições meteorológicas à data de colheita de amostras no pomar CT2 (Maio 2011), poderão justificar mudanças na dinâmica do carbono do solo, incluindo a transformação de parte do carbono lábil. O favorecimento da rápida decomposição pelas temperaturas mais elevadas e pela incorporação de resíduos, que diminui as

variações de humidade, foi também observado por Wright *et al.* (2005) em plantações de algodão e milho no Texas (EUA).

O carbono solúvel em água quente tem sido relacionado com a actividade biológica do solo, pelo que naturalmente se encontra uma maior percentagem do carbono orgânico total nesta forma no sistema não mobilizado com enrelvamento permanente da entrelinha. Segundo Gregorich *et al.* (2000), o carbono orgânico solúvel provém maioritariamente do húmus, sendo mais abundante em sistemas que garantam o contínuo retorno de resíduos orgânicos, nomeadamente pastagens, do que em solos cultivados. Ramos *et al.* (2010) indicam a actividade das raízes da cobertura herbácea e o consequente acréscimo de actividade microbiana do solo como causas da maior proporção de carbono solúvel em pomares de amendoeira com coberto vegetal.

A facilidade com que esta fracção se movimenta com os fluxos de água no solo, bem como o menor teor de carbono orgânico total na camada 10-20 cm do sistema NT, levaram a que a fracção de C solúvel em água quente representasse aí uma maior percentagem do carbono orgânico total, apesar do teor absoluto ser relativamente baixo. Marschner & Bredow (2002) referem a importância deste movimento em profundidade, que, a longo prazo, poderá possibilitar acréscimos de matéria orgânica para além da camada superficial de solo em sistemas de não mobilização.

Os teores de azoto total apresentaram forte correlação com os teores de carbono orgânico total, sendo observáveis aproximadamente as mesmas tendências analisadas para C_{org} , embora com a inevitável influência das aplicações de fertilizantes inorgânicos azotados.

A qualidade e quantidade dos resíduos orgânicos adicionados ao solo determinaram as diferenças observadas na razão C:N para os diferentes sistemas de gestão, o que condicionará diferentes taxas de degradação. Não obstante, todos os sistemas apresentaram razão C:N inferior a 25, o que sugere condições favoráveis à mineralização do azoto orgânico (Brady & Weil, 2008).

O aumento da razão C:N em sistemas de não mobilização e com coberto vegetal, em relação a sistemas com perturbação do solo, tem sido relatado por alguns autores, como é o caso de Hernández *et al.* (2005) em olival e Ramos *et al.* (2010) em pomares de amendoeira. No presente estudo verificou-se apenas um ligeiro aumento desta razão na camada 0-10 cm da entrelinha de NT, em relação à subjacente, embora com valores da mesma ordem de grandeza dos determinados para as entrelinhas dos sistemas CT+E e CT1.

C e N da biomassa microbiana

Vários autores têm proposto que a disponibilidade de resíduos orgânicos estimula o desenvolvimento de populações microbianas mais diversas e eficientes, resultando em

maiores biomassas e quocientes microbianos (Powlson & Brookes, 1987; Anderson & Domsch, 1980, cit. em: Walley *et al.*, 1996; Haynes, 2000; Birkhofer *et al.*, 2008). Neste caso, contrariamente ao esperado, os teores de C_{mic} e N_{mic} determinados não se correlacionaram com os teores de N e C orgânico totais, nem com nenhuma das fracções lábeis de C determinadas, sendo os valores relativamente homogêneos entre os sistemas estudados. Estes resultados sugerem a intervenção de factores, não relacionados com a disponibilidade de substrato, determinantes para o desenvolvimento das populações microbianas.

O facto de as amostras de solo terem sido colhidas no final de um Inverno seco (20011/2012) poderá explicar estes resultados, já que, como referem Sakamoto & Oba (1994) e Knoepp *et al.* (2000), as condições ambientais poderão afectar significativamente a actividade e o desenvolvimento microbiano.

Note-se que a actividade microbiana das mesmas amostras de solo em condições de incubação laboratorial, discutida de seguida, correlaciona-se com os teores totais de carbono e azoto (e também com as fracções lábeis de C, principalmente C_{HW}), mas não com os teores de C e N encontrados na biomassa microbiana, determinados no solo fresco (dia zero das incubações), o que está de acordo com a hipótese de que a ocorrência de condições ambientais adversas terá condicionado o desenvolvimento microbiano em todos os sistemas de gestão, limitando a capacidade destes indicadores para os distinguir eficazmente.

A fragilidade do método de fumigação-extracção foi também apontada por Coleman & Crossley (1996), que referem que a falta de robustez desta bioanálise, em comparação com análises químicas, pode levar ao mau uso e má interpretação dos resultados. Walley *et al.* (1996) sugeriram ainda que a elevada variabilidade espacial deste parâmetro poderá constituir um impedimento para distinção dos efeitos da gestão.

Assim, os quocientes microbianos calculados variaram mais de acordo com os teores totais de carbono orgânico e azoto, isto é, os elevados teores totais de N e C orgânico da entrelinha de CT+E fizeram decrescer Q_C e Q_N , da mesma forma que os baixos teores de C e N totais nos pomares CT1 e CT2 conduziram a quocientes mais elevados.

No entanto, foi possível quantificar uma maior biomassa microbiana na entrelinha não mobilizada com enrelvamento, provavelmente devido à não perturbação do solo e ao estímulo da actividade microbiana proporcionado pela presença do coberto vegetal, conforme referido em vários estudos (Carter, 1986; Wright *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 2005; Yang *et al.*, 2007).

O efeito de inibição da actividade microbiana associado à aplicação de herbicidas, indicado por Benitez *et al.* (2006) em olival e Carey *et al.* (2009) em pomares de quivi, poderia explicar os menores teores de C_{mic} e N_{mic} nas amostras de solo das linhas relativamente às entrelinhas. Contudo, a diferença entre posições só foi significativa no pomar NT, onde a maior razão $C_{mic}:N_{mic}$ na linha sugere a existência de um efeito selectivo ou estimulante do desenvolvimento de populações microbianas energeticamente mais eficientes, característica frequentemente associada à predominância de fungos decompositores (Anderson & Domsch, 1980, cit. em: Walley *et al.*, 1996; Gama-Rodriguez *et al.*, 1994; Sakamoto & Oba, 1994). No mesmo sentido, Floch *et al.* (2009) atribuíram os aumentos da actividade de algumas enzimas após a aplicação de pesticidas, à capacidade de adaptação da comunidade microbiana à degradação destes resíduos.

Mineralização de C

A não mobilização e a presença de coberto vegetal têm sido relacionados com uma maior actividade microbiana e, conseqüentemente, maior potencial de mineralização (Hernández *et al.*, 2005; Wright *et al.*, 2005). Em concordância, em condições de incubação laboratorial a entrelinha do sistema NT mineralizou mais carbono do que a linha e entrelinha dos sistemas de mobilização convencional (CT1 e CT2). As duas posições do sistema com enrelvamento foram as únicas a diferir significativamente entre si em quantidade de C mineralizado, mas a diferença ficará a dever-se principalmente à quantidade de substrato disponível, isto é, aos diferentes teores de carbono orgânico total, já que as taxas de mineralização foram semelhantes.

Por seu lado, a entrelinha do pomar com aplicação de estrume de bovino mineralizou maior quantidade de C do que qualquer outro, o que reflecte a maior disponibilidade de resíduos orgânicos, particularmente em formas lábeis, conforme apontado por Marschner & Bredow (2002) e Gregorich *et al.* (2003).

Contudo a taxa de transformação de C foi inferior à calculada para os restantes sistemas de gestão, o que aponta para uma maior eficiência na conservação e acumulação de matéria orgânica neste solo. Considerando o maior tamanho das fracções de carbono não humificada e solúvel em água quente neste sistema, os resultados da mineralização de carbono estão de acordo com o apontado por McLauchlan & Hobbie (2004), que sugerem que quanto maior a fracção lábil, mais recalcitrantes serão os materiais que a compõem e mais lenta será a sua transformação.

A entrelinha do pomar CT2 apresentou a maior taxa de mineralização de carbono, com um consumo de aproximadamente 8% do C orgânico total em 120 dias. A mobilização profunda realizada anualmente neste pomar incorpora resíduos orgânicos em

profundidade (lenha de poda e infestantes) e permite o acesso dos microrganismos do solo a esta fonte de alimento. Quando em condições ideais, tais como as proporcionadas pela incubação em laboratório, ocorre o aumento rápido da biomassa de microrganismos oportunistas, que se reflecte na respiração de uma maior proporção do carbono orgânico do solo. Este processo poderá ocorrer naturalmente *in situ*, o que explicaria os menores teores de C orgânico e fracções lábeis determinados neste sistema (Brady & Weil, 2008).

A ineficiência da população microbiana pode também ser indicada, segundo Wardle & Ghani (1995), pelo mais elevado quociente metabólico. No entanto, o cálculo deste parâmetro viu-se sujeito a uma interferência importante, já que a incubação das amostras de solo por sete dias poderá ter alterado significativamente a biomassa microbiana, que inicialmente praticamente não diferia entre sistemas de gestão, tornando a validade dos resultados, no mínimo, questionável. Walley *et al.* (1996) também indicaram a possível transformação da biomassa microbiana devido à preparação e incubação de amostras como causa provável para as dificuldades de interpretação do quociente metabólico na distinção entre diferentes graus de perturbação de solos florestais.

Mineralização de N

A mineralização aeróbia de azoto em condições controladas decorreu conforme esperado. A baixa razão C:N de todos os sistemas justifica a mineralização líquida positiva desde o início da incubação, sendo a imobilização de N mineral evidenciada apenas pelo decréscimo de N-NH_4^+ (Brady & Weil, 2008).

A entrelinha de NT distinguiu-se como a que maior quantidade líquida de azoto mineral na forma nítrica disponibilizou, com o padrão de evolução de N-NO_3^- a diferenciar-se a partir da oitava semana. Também a evolução de N-NH_4^+ apresenta uma pequena variação entre a oitava e a décima semana de incubação em NT e CT+E, ocorrendo como que uma conservação do ião amónio neste período, em comparação com os sistemas mobilizados convencionais (CT1 e CT2), em que este teor mantém a tendência decrescente nesta fase. Estas diferenças deverão estar relacionadas com a dinâmica da população microbiana, sendo dificilmente explicáveis a partir dos resultados obtidos no âmbito deste estudo.

Contudo, vários autores identificaram maiores potenciais de mineralização de azoto em sistemas sem mobilização e com coberto vegetal, consistentemente relacionados com a acumulação de resíduos orgânicos (Carter & Rennie, 1982, cit. em: Gregorich *et al.*, 1994; Wright *et al.*, 2005; Carey *et al.*, 2009).

No entanto, apesar da maior disponibilidade de substrato (N e C orgânico totais e fracções lábeis de C), o pomar com incorporação de estrume de bovino disponibilizou

menos N mineral do que o sistema com coberto vegetal permanente, apresentando uma taxa de mineralização líquida 2,5 vezes inferior. Este resultado sugere a influência de outros factores, possivelmente associados às diferentes qualidades dos substratos (nomeadamente razão C:N) ou a características intrínsecas das populações microbianas envolvidas na mineralização de azoto, embora perante os resultados deste estudo não seja possível tecer quaisquer ilações nesse sentido.

O potencial de mineralização líquida de azoto demonstrado por estes solos poderia suscitar questões relativamente à possível contaminação de águas subsuperficiais por nitratos lixiviados, considerando que no final de 16 semanas em condições controladas a quantidade mínima de azoto nítrico disponibilizada per fez cerca de 35 kg ha⁻¹, (entrelinha do pomar CT1). No entanto, há que ter em conta a complexidade do sistema envolvido, decorrente das variações espaciais e temporais inerentes aos processos de mineralização e imobilização, não só pelos microrganismos mas também pelas plantas. Por exemplo, Gómez-Rey *et al.* (2011) mostraram a influência da presença de resíduos de raízes de sobreiro (*Quercus suber* L.), de elevada razão C:N, no favorecimento da imobilização de azoto nítrico em incubações aeróbias laboratoriais. Por outro lado, Haynes (1981) demonstrou que a presença de coberto vegetal vivo tem um papel fundamental na absorção de nutrientes libertados durante a mineralização da matéria orgânica, constituindo um reservatório importante e reduzindo significativamente as perdas por lixiviação.

Vegetação espontânea

Ao avaliar a biomassa da vegetação herbácea dos quatro pomares no final do Inverno, observou-se que, à partida, todos os sistemas produzem a mesma biomassa de vegetação espontânea, ou seja, uma quantidade idêntica de resíduos orgânicos desta origem será devolvida ao solo. No entanto, para uma melhor compreensão de possíveis alterações quantitativas induzidas pelas diferentes formas de gestão do solo, seria necessário quantificar e caracterizar a biomassa aérea e radicular produzida ao longo de um ano, bem como a lenha de poda, folhada e outros resíduos orgânicos provenientes das árvores.

A proximidade espacial de CT+E e NT justifica a semelhança na biodiversidade e composição florística dos dois pomares. Porém, a maior ocupação pela gramínea *Poa annua* L. no pomar não mobilizado pode ser explicada pelas suas características de espécie pioneira, nomeadamente pelo seu sistema radicular superficial (Fernandes *et al.*, 2000; Lyons *et al.*, 2011), que representará uma vantagem adaptativa nas condições físicas deste solo, nomeadamente pela elevada massa volúmica aparente registada abaixo de 10 cm de profundidade, que impedirá o crescimento de raízes. Por seu lado, as raízes profundantes da leguminosa *Medicago polymorpha* L. poderá ser

favorecido pela maior profundidade de solo com massa volúmica aparente aceitável no pomar mobilizado com incorporação de estrume.

A baixa diversidade de espécies herbáceas no pomar mobilizado de Alguber (CT1), com ocupação quase total por margaça-de-inverno, poderá indicar um efeito selectivo das mobilizações frequentes, que determinará uma sucessão anual de espécies de acordo com a evolução das condições climatéricas.

A diferente localização, textura e características gerais do solo, poderão em certa medida explicar o desenvolvimento de uma comunidade vegetal com maior diversidade e equitabilidade no pomar mobilizado CT2. De realçar no entanto, que a vegetação deste pomar se encontrava mais desenvolvida do que nos pomares de Alguber, resultando em menor número de intersecções totais, o que pode inviabilizar a comparação directa destes resultados.

5 CONCLUSÕES

As práticas de gestão em pomares de pomóideas interferem nos processos biogeoquímicos, modificando vários parâmetros de qualidade do solo. Mas a natureza dinâmica e interrelacional dos indicadores de qualidade mais comuns, alguns dos quais determinados no âmbito deste trabalho, dificulta claramente a interpretação de resultados pontuais. Também o facto de se tratar de uma avaliação retrospectiva, associada à dificuldade em obter informações concretas sobre a anterior gestão de cada área de estudo, contribuem para limitar possíveis deduções e recomendações para aplicações futuras.

Não obstante, perante os resultados obtidos proporciona-se a caracterização dos diferentes sistemas de gestão do ponto de vista funcional, que possibilita traçar um perfil da actual exploração do solo dos pomares estudados.

Um dos principais problemas de base deste trabalho prendeu-se com a dificuldade em encontrar um pomar que se pudesse tomar como controlo, em que a gestão fosse próxima da forma tradicional de mobilização e com condições edafo-climáticas semelhantes às encontradas no pomar representativo da recente conversão para enrelvamento permanente. Considerou-se o pomar CT+E, que foi rapidamente descartado pela aplicação continuada de estrume de bovino, seguindo-se CT2 que suscitou algumas dúvidas quanto à diferente natureza do solo e mobilização de praticamente toda a área (linha e entrelinha), e finalmente foi possível recolher amostras do pomar CT1, cuja caracterização da gestão se revelou difícil e se concretizou incompletamente.

Outro ponto, a ter em conta em estudos futuros como característica chave destes sistemas, resulta da heterogeneidade do uso do solo. As faixas envolventes das linhas de plantação de árvores são geridas de forma a impedir a competição por recursos com a cultura, e só o espaço entre elas é considerado propício a diferentes formas de gestão e utilização, desempenhando funções de vários âmbitos, como acesso, suporte e controlo de biodiversidade, melhoramento ou recuperação do solo, entre outras.

O coberto vegetal melhorou vários aspectos qualitativos do solo, fundamentalmente com base na reciclagem de resíduos orgânicos das herbáceas que o compõem. Contudo, seis anos após a conversão, os resultados positivos ocorrem apenas na camada superficial, até 10 cm de profundidade, embora alguns indícios na proporção e dinâmica das fracções lábeis da matéria orgânica permitam supor benefícios em profundidade a longo prazo.

O solo em que tem sido incorporado estrume de bovino apresenta o melhor desempenho no aumento do teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, na melhoria de todas as propriedades físicas e químicas associadas. No entanto, os resultados obtidos apontam para uma população microbiana menos activa e com menor capacidade de reciclagem de nutrientes, comparativamente ao enrelvamento. Se por um lado este aspecto se torna importante no processo de acumulação e estabilização da matéria orgânica no solo, por outro põe em causa a capacidade deste para disponibilizar nutrientes à cultura, muito embora os teores extraíveis determinados sejam elevados, alguns dos quais representando até riscos de poluição ambiental. Assim, e considerando que uma das razões da aplicação destes resíduos orgânicos é o fornecimento de nutrientes à cultura, a questão central foca-se na localização dos efeitos, que neste caso se estendem também à zona da linha de árvores.

Os dois sistemas de mobilização convencional diferem principalmente na profundidade e largura afectadas, não tendo sido possível averiguar diferenças na intensidade, isto é, na frequência anual das intervenções. O decréscimo acentuado da matéria orgânica do solo é a base de grande parte das alterações das propriedades destes solos, que são tanto mais evidentes quanto maior a perturbação a que o sistema está sujeito. A menor proporção de matéria orgânica nas fracções lábeis em profundidade aponta para um declínio em curso, que poderá pôr em causa a sustentabilidade destes sistemas.

Quanto à avaliação do potencial das propriedades escolhidas como indicadores de qualidade física, química e biológica dos solos estudados, de uma maneira geral poder-se-á concluir que a matéria orgânica funciona como o principal motor das alterações relacionadas com as mudanças de gestão.

Note-se que o que se genericamente tem designado por 'gestão' no âmbito do presente trabalho se refere a intervenções de manutenção do solo das entrelinhas dos pomares, incluindo mobilização, corte de vegetação e incorporação de fertilizantes, orgânicos e inorgânicos.

A massa volúmica aparente, como indicador físico de qualidade do solo, é facilmente alterável, pelo que uma determinação pontual poderá não descrever as condições reais encontradas pelas raízes das plantas. No entanto, atentando para que as condições de amostragem fossem, tanto quanto possível, semelhantes, este índice mostrou-se eficaz a prever a ocorrência de problemas relacionados com o impedimento do desenvolvimento de raízes, sendo possível consequência e determinando outros efeitos da gestão.

O conhecimento das características químicas relacionadas com a fertilidade do solo, como pH, bases extraíveis, carbonatos totais, calcário activo, fósforo e potássio extraíveis, é globalmente considerado essencial para uma boa gestão dos solos agrícolas. Para além das condições hídricas, estes factores são dos mais atentamente observados no sentido de garantir produtividades máximas. Na base desta linha de pensamento estão a facilidade com que se modificam e a rapidez de resposta das culturas à manipulação de tais propriedades. Contudo, estas características acabam por dificultar a monitorização e interpretação dos resultados. Nos solos em estudo, foram visíveis os efeitos da quantidade e forma de aplicação de fertilizantes, que, manifestados por elevada variabilidade espacial, limitam a capacidade do uso destes parâmetros como indicadores de alterações na qualidade do solo decorrentes do tipo de gestão aplicada à entrelinha a médio e longo prazo.

Apesar dos teores de carbono orgânico e azoto totais serem normalmente determinados em análises químicas de rotina, características associadas à sua dinâmica no solo raramente são consideradas. Os resultados obtidos no presente estudo indicam que parâmetros relacionados com tamanho e actividade biológica das fracções activas da matéria orgânica podem ser úteis na identificação precoce de tendências de alteração, bem como na informação sobre o potencial para disponibilizar nutrientes à cultura. Contudo, as dificuldades inerentes à heterogeneidade espacial e temporal destes bioindicadores, à morosidade e à natureza indirecta dos métodos, obrigam a um uso e interpretação cuidadosos dos resultados obtidos.

A avaliação da biomassa da parte aérea e da composição florística da vegetação espontânea não distinguiu eficazmente os diferentes sistemas gestão. Contudo, o reduzido número de dados e o carácter pontual destas determinações não permitem descartar a possibilidade de ocorrência de diferenças quantitativas e qualitativas ao longo do ciclo produtivo, com consequências relevantes para a qualidade do solo.

Por fim conclui-se que, dada a falta de resultados com base em ensaios locais de adequação das formas de gestão, a médio e longo prazo, em pomares de pereira na região Oeste de Portugal, estes resultados confirmam a necessidade de alargar a experimentação e investigação relacionada com a sustentabilidade destes sistemas.

Para além da monitorização de propriedades fundamentais do solo, seria importante conhecer outros aspectos relevantes do agroecossistema, capazes de validar a importância dos benefícios e malefícios de cada sistema gestão. Factores como as características microclimáticas, fitossanidade, vigor vegetativo, produtividade da cultura e qualidade da produção, estão entre os de maior interesse.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, T.-H., Domsch, K. H. (1990). Application of Eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biology and Biochemistry* 22: 251-255.

Anderson, T.-H., Domsch, K. H. (1993). The metabolic quotient for CO_2 (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 25: 393-395.

ANP (2010). Existências de pêra rocha - colheita de 2010. Inforocha N° 55. Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha. Acedido a 10 de Janeiro de 2012, em <http://www.perarocha.pt/>

Benitez, E., Nogales, R., Campos, M., Ruano, F. (2006). Biochemical variability of olive-orchard soils under different management systems. *Applied Soil Ecology* 32: 221-231.

Bescansa, R., Imaz, M. J., Virto, I., Enrique, A., Hoogmed, W. B. (2006). Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. *Soil and Tillage Research* 87:19-27.

Birkhofer, K., Bezemer, T. M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Flie \square bach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W. H., Scheu, S. (2008). Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 2297-2308.

Bormann, F. H., Likens, G. E. (1967). Nutrient cycling: small watersheds can provide invaluable information about terrestrial ecosystems. *Science* 155: 424-429.

Booth, B. D., Murphy, S. D., Swanton, C. J. (2003). *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. Cambridge, CABI Publishing.

Botelho da Costa, J. V. (1975). *Caracterização e Constituição do Solo*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Brady, N. C., Weil, R. R. (2008). The Nature and Properties of Soils. 14th Edition. Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Cambardella, C. A., Elliot, E. T. (1992). Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society American Journal 56: 777-783.

Carey, P. L., Benge, J. R., Haynes, R. J. (2009). Comparison of soil quality and nutrient budgets between organic and conventional kiwifruit orchards. Agriculture, Ecosystems and Environment 132: 7-15.

Carter, M. R. (1986). Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. Soil and Tillage Research 7: 29-40.

Cavaco, M. (2011). Normas técnicas para a produção integrada de pomóideas (Volume I). Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Lisboa.

Celette, F., Gaudin, R., Gary, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. European Journal of Agronomy 29: 153-162.

Cheng, H. H., Kimble, J. M. (2001). Characterization of soil organic carbon pools. Em: Lal, R., Kimble, J. M., Follet, R. F., Stewart, B. A. (Eds.), Assessment Methods for Soil Carbon. Lewis Publishers. pp. 117-129.

Coleman, D. C., Crossley, Jr. D. A. (1996). Fundamentals of Soil Ecology. San Diego, Academic Press, Inc.

Decreto Lei nº 180/1995 de 26 de Julho. Diário da República nº 171/95 - I Série A. Ministério da Agricultura. Lisboa.

Decreto Lei nº 256/2009 de 24 de Setembro. Diário da República nº 186/09 – I Série A. Ministério da Agricultura. Lisboa.

Egnér, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalysen als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II.

Chemische Extraktionmethoden zur Phosphorund Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbrukshoegskolans Annaler, Stockholm, v.26, p.199-215.

Espírito Santo, M. D., Monteiro, A. (2009). Infestantes das Culturas Agrícolas - Chaves de Identificação. Lisboa, ISAPress.

Fernandes, R. M. C., Sousa, E. R. C. T., Rodrigues, P. (2000). Composição florística num prado submetido a aplicação de azoto. Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens 3/21: 165-170.

Ferreira, H. A. (1970). O Clima de Portugal. Fascículo XIII: Normais climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960. 2ª Edição. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional.

Floch, C., Capowiez, Y., Criquet, S. (2009). Enzyme activities in apple orchard agroecosystems: How are they affected by management strategy and soil properties. Soil Biology and Biochemistry 41: 61-68.

García, C., Gil, F., Hernández, T., Trasar, C. (2003). Técnicas de Análisis de Parámetros Bioquímicos en Suelos - Medida de Actividades Enzimáticas y Biomassa Microbiana. Mundi-Prensa, Murcia.

Gómez, J.A., Giráldez, J. V., Pastor, M., Fereres, E. (1999). Effects of tillage methods on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. Soil and Tillage Research 52: 167-175.

Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M., Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian Journal of Soil Science 74: 367-385.

Gregorich, E. G., Liang, B. C., Drury, C. F., Mackenzie, A. F., McGill, W. B. (2000). Elucidation of the source and turnover of water soluble and microbial biomass carbon in agricultural soils. Soil Biology and Biochemistry 32: 581-587.

Gregorich, E. G., Beare, M. H., Stoklas, U., St-Georges, P. (2003). Biodegradability of soluble organic matter in maize-cropped soils. Geoderma 113:237-252.

Gómez-Rey, M. X., Garcês, A., Madeira, M. (2011). Organic C distribution and N mineralization in soil of oak woodlands improved pastures. *Revista de Ciências Agrárias* 34: 80-90.

Gut, D., Weibel, F. P. (2005). Integrated and organic weed control in pome and stone fruit. Em: Tromp, J., Webster, A.D. e Wertheim, S.J. (Eds.), *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 372-377.

Hatch, D. J., Bhogal, A., Lovell, R.D. (2000). Comparison of different methodologies for field measurement of net nitrogen mineralization in pasture under different soil conditions. *Biology and Fertility of Soils* 32: 287-293.

Haynes, R.J. (1980). Influence of soil management practice on the orchard agroecosystem. *Agroecosystems* 6:3-32.

Haynes, R. J. (1981). Laboratory study of nutrient leaching from the surface of cultivated, grassed and herbicided orchard soil. *Soil and Tillage Research*, 1: 281-288.

Haynes, R. J. (2000). Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soil in New Zealand. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 211-219.

Hernández, A. J., Lacasta, C., Pastor, J. (2005). Effects of different management practices on soil conservation and soil water in a rainfed olive orchard. *Agricultural Water Management* 77: 232-248.

Horta, M. C., Torrent, J. (2010). *Dinâmica do Fósforo no Solo - Perspectiva Agronómica e Ambiental*. Castelo Branco, Edições IPCB.

INE (2011). *Estatísticas agrícolas 2010*. Instituto Nacional de Estatística. Acedido a 10 de Janeiro de 2012, em <http://www.ine.pt/>

INIAP - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2006). *Manual de Fertilização das Culturas*. Editorial do Ministério da Educação, Lisboa.

Iqbal, J., Hu, R., Feng, M., Lin, S., Malghano, S., Ali, I. M. (2010). Microbial biomass and dissolved organic carbon and nitrogen strongly affect soil respiration in different

land uses: a case study at Three Gorges Reservoir Area, South China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137: 294-307.

Jenkinson, D. S., Brookes, P. C., Powlson, D.S. (2004). Measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 5-7.

Jose, S., Gillespie, A. R., Pallardy, S. G. (2004). Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry systems* 61: 237-255.

Kalbitz, K., Solinger, S., Park, J.-H., Michalzik, B., Matzner, E. (2000). Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: a review. *Soil Science* 165:277-304.

Kawashima, H. (2001). Nitrogen cycle and agriculture. Em: Shiyomi, M. e Koizumi, H. (Eds.), *Structure and function in agroecosystem design and management*. Boca Raton, CRC Press. pp. 351-370.

Kent, M., Coker, P. (1992). *Vegetation Description and Analysis: A Pratical Approach*. London, Belhaven Press.

Köppen, W. (1936). *Das geographischa System der Klimate*. Em: Köppen, W. e Geiger, R. (Eds.), *Handbuch der Klimatologie*, volume 1, parte C. Berlim, Gebrüder Borntraeger. pp 1–44.

Knoepp, J. D., Coleman, D. C., Crossley Jr., D. A., Clark, J. S. (2000). Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management* 138: 357-368.

Loveland, P., Webb, J. (2003). Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil and Tillage Research* 70: 1-18.

Lyons, E. M., Landschoot, P. J., Huff, D. R. (2011). Root distribution and tiller densities of creeping bentgrass cultivars and green-type annual bluegrass cultivars in a putting green. *HortScience* 46: 1411-1417.

Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72: 9-17.

Marschner, B., Bredow, A. (2002). Temperature effects on release and ecologically relevant properties of dissolved organic carbon in sterilized and biologically active soil samples. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 459-466.

Marshall, T. J., Holmes, J. W., Rose, C. W. (1996). *Soil Physics*. Cambridge University Press, Cambridge.

Martins, A., Raimundo, F., Borges, O., Linhares, I., Sousa, V., Coutinho, J. P., Gomes-Laranjo, J., Madeira, M. (2010). Effects of soil management practices and irrigation on plant water relations and productivity of chestnut stands under Mediterranean conditions. *Plant Soil* 327: 57-70.

Martins, A., Marques, G., Borges, O., Portela, E., Lousada, J., Raimundo, F., Madeira, M. (2011). Management of chestnut plantations for a multifunctional land use under Mediterranean conditions: effects on productivity and sustainability. *Agroforestry Systems* 81: 175-189.

McLauchlan, K. K., Hobbie, E. (2004). Comparison of labile soil organic matter fractionation techniques. *Soil Science Society American Journal* 68: 1616-1625.

Mengel, K., Kirkby, E. A. (Eds.) (2001). *Principles of Plant Nutrition*, 5th Edition. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Morlat, R., Jacques, A. (2003). Grapevine root system and soil characteristics in a vineyard maintained long-term with or without interrow sward. *American Journal for Enology and Viticulture* 54: 1-7.

Oades, J. M. (1984). Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76: 319-337.

Odum, E. P. (1969). The Strategy of Ecosystem Development. *Science* 164: 262-270.

Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. e Dean, C. A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US. Dep. Agric. Circ. No.* 939, 19.

Ozpinar, S., Cay, A. (2006). Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay-loam soil in semi-arid north-western Turkey. *Soil and Tillage Research* 88: 95-106.

Pierzynski, G. M. (2000). *Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals and Waters*. Southern Cooperative Series Bulletin No. 396. North Carolina State University (http://www.soil.ncsu.edu/sera17/publications/sera17-2/pm_cover.htm).

Powlson, D. S., Brookes, P.C. (1987). Measurement of soil microbial biomass provides an early indication at changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biology and Biochemistry* 19: 159-164.

Póvoas, I., Barral, M. F. (1992). *Métodos de Análise de Solos. Comunicações - Série de Ciências Agrárias*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.

Ramos, M. E., Benítez, E., García, P. A., Robles, A. B. (2010). Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: effects on soil quality. *Applied Soil Ecology* 44: 6-14.

Rufato, L., De Rossi, A., Fachinello, J. C., Marangoni, B. (2006). Biological indicators of soil health in peach orchards grown under two management systems, integrated crop management and organic crop management. *Acta Horticulturae* 713: 373-379.

Sakamoto, K., Oba, Y. (1994). Effect of fungal to bacterial biomass ratio on the relationship between CO₂ evolution and total soil microbial biomass. *Biology and Fertility of Soils* 17: 39-44.

Schlöter, M., Dilly, O., Munch, J. C. (2003). Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture Ecosystems and Environment* 98: 255-262.

Soares, J., Silva, A., Alexandre, J. (2001). *O Livro da Pêra Rocha. Volume Primeiro - Contributo para uma Produção Integrada*. Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha, Cadaval.

Stanford, G., Smith, S. J. (1972). Nitrogen mineralization potentials in soils. *Soil Science Society of American - Proceedings* 36: 465-472.

Tromp, J. (2005). Mineral nutrition. Em: Tromp, J., Webster, A.D. e Wertheim, S.J. (Eds.), *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Leiden, Backhuys Publishers. pp. 55-64.

Vance, E. D., Brookes, P. C., Jenkinson, D.S. (1987). An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* 19: 703-707.

Vasconcelos, T., Sá, G., Leitão, A., Santos, F., Alexandre, R. (2003). Flora adventícia de pomóideas e prunóideas da região do Oeste. *Anais do Instituto Superior de Agronomia* 49: 253-260.

Walley, F. L., Van Kessel, C., Pennock, D. J. (1996). Landscape-scale variability of N mineralization in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry* 28: 383-391.

Wardle, D.A., Ghani, A. (1995). A critique of the microbial metabolic quotient ($q\text{CO}_2$) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. *Soil Biology and Biochemistry* 27: 1601-1610.

Wright, A. L., Hons, F. M., Matocha Jr., J. E. (2005). Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. *Applied Soil Ecology* 29: 85-92.

Yang, Y., Wang, H., Tang, J., Chen, X. (2007). Effects of weed management practices on orchard soil biological and fertility properties in southeastern China. *Soil and Tillage Research* 93: 179-185.

Zbyszewski, G., Ferreira, O. V., Manuppella, C. T. A. (1966). *Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000. Notícia explicativa da folha 30-B, Bombarral. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.*

Anexo I - Normais climatológicas da estação meteorológica de Caldas da Rainha entre 1936 e 1960 (Fonte: Ferreira, 1970).

88

CALDAS DA RAINHA

Mapa n.º 29

1936-1960

$\varphi=39^{\circ} 24' N$; $\lambda=9^{\circ} 08' W$; $g=9,8016 \text{ m/s}^2$; $\Delta G=0 \text{ h}$

Mês	Pressão atmosférica P (mb)		Temperatura do ar T (°)								Humidade relativa do ar U (%)		
	No local	Red. nível do mar	9 h	15 h	18 h	Mensal	Max	Min	Max	Min	9 h	15 h	18 h
Janeiro .. I	1010,0	1017,8	9,3	15,0	11,5	10,3	14,0	6,6	22,5	-2,2	84	69	83
Fevereiro II	1009,5	1017,5	10,4	14,3	12,2	11,0	15,0	7,0	24,8	-3,5	81	67	81
Março ... III	1006,6	1014,5	12,6	16,0	15,9	13,0	16,8	9,1	28,0	0,6	81	66	82
Abril IV	1006,5	1014,2	14,6	17,9	15,5	14,4	18,8	10,1	31,8	3,5	77	67	79
Maio V	1007,0	1014,6	16,5	18,5	17,5	15,8	19,9	11,8	34,4	4,2	76	68	78
Junho ... VI	1008,8	1016,4	18,5	21,2	19,1	18,2	22,5	14,2	39,0	9,0	77	68	77
Julho VII	1009,0	1016,6	19,4	21,8	20,5	19,4	25,5	15,4	43,0	10,5	78	67	77
Agosto .. VIII	1006,5	1014,0	19,5	22,6	20,5	19,7	23,3	15,6	40,1	10,8	78	63	80
Setembro IX	1008,7	1016,5	18,8	22,0	19,8	19,2	25,5	14,9	35,7	8,0	80	65	81
Outubro . X	1008,8	1016,4	16,8	20,5	18,0	17,2	21,6	12,8	34,5	5,8	81	67	85
Novembro XI	1009,2	1016,9	15,1	17,1	14,5	15,8	17,8	9,7	25,9	0,7	85	70	82
Dezembro XII	1010,6	1018,2	10,2	15,8	12,5	11,0	14,8	7,5	21,0	-1,9	84	71	84
Ano	1008,4	1016,1	15,0	18,2	16,2	15,2	19,5	11,2	45,0	-3,5	80	67	81

Mês	Insolação I		Nebulosidade N (0-10)			Precipitação R (mm)		Evaporação E (mm)	Número de dias					
	Total (h)	Percent. (%)	9h	15h	18h	Total	Max (diária)		Temperatura do ar T			Velocidade do vento f		
									Min < 0,0°	Max > 25,0°	Min > 30,0°	f > 36 km/h	f > 55 km/h	f > 72 km/h
Janeiro .. I	135,7	45	6	6	6	89,9	45,7	56,5	1	0	0	1	0	0
Fevereiro II	146,7	48	6	5	6	68,5	56,1	58,5	0	0	0	1	0	0
Março ... III	157,4	42	6	6	6	97,4	55,1	66,5	0	0	0	1	0	0
Abril IV	224,4	56	5	5	6	52,9	40,2	77,6	0	2	0	1	0	0
Maio V	256,0	58	6	5	6	44,4	39,2	74,3	0	3	0	1	0	0
Junho ... VI	265,9	59	6	4	5	16,0	28,0	81,9	0	5	0	1	0	0
Julho VII	290,2	64	5	3	4	5,4	24,2	83,6	0	6	0	1	0	0
Agosto .. VIII	271,1	64	5	3	5	5,4	16,0	87,1	0	7	0	1	0	0
Setembro IX	226,8	61	6	4	5	55,1	51,2	75,8	0	8	0	0	0	0
Outubro . X	202,6	58	5	5	5	45,1	54,0	75,2	0	5	0	0	0	0
Novembro XI	151,1	50	6	5	6	61,6	47,8	57,8	0	0	0	0	0	0
Dezembro XII	131,3	45	6	5	6	86,8	49,4	48,6	1	0	0	1	0	0
Ano	2457,2	55	6	5	6	608,0	54,0	844,8	2	56	0	9	0	0

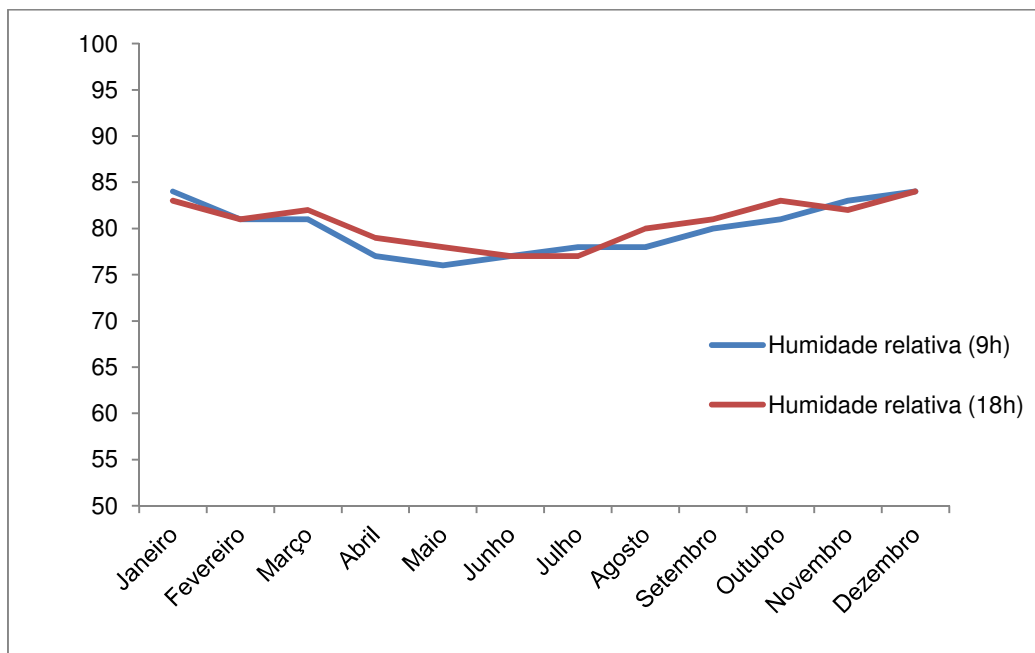
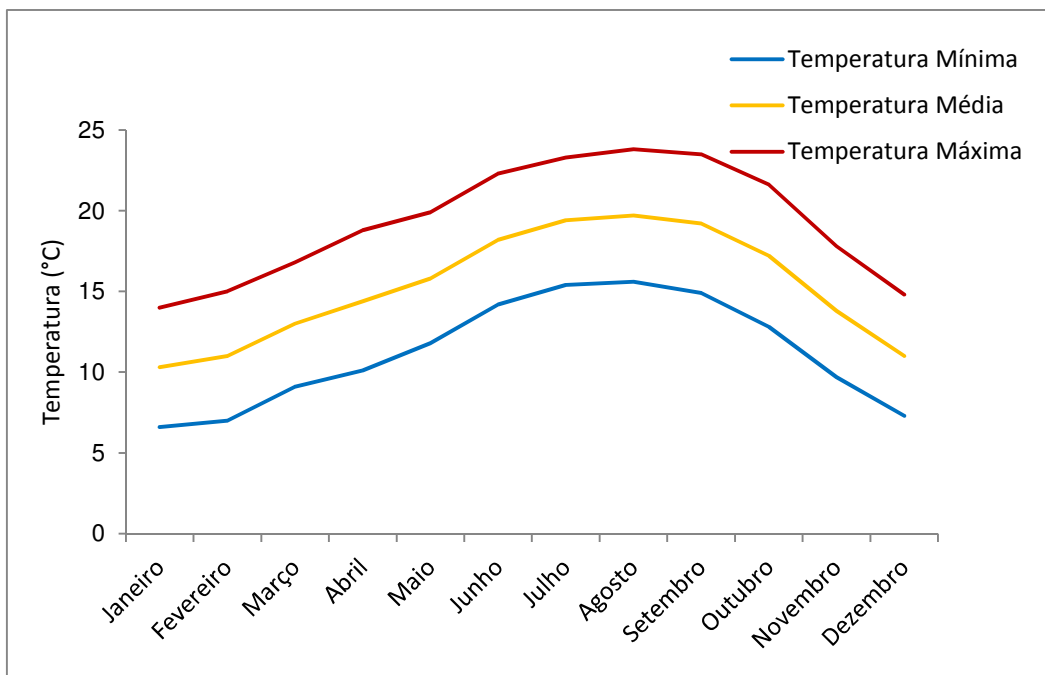
$H_s=61$ m; $H_b=60$ m; $h_t=1,6$ m $h_a=6,0$ m; $h_d=6,0$ m; $h_r=1,5$ m

1936-1960

Vento										Velocid. média f (km/h)	Mês
Número nd de observações e velocidade média f (km/h) para cada rumo											
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C			
11,6 13,1	4,5 9,2	4,5 6,7	9,1 10,6	5,8 9,7	5,2 11,2	2,6 7,9	7,9 11,0	15,0	-	Janeiro .. I	
12,5 10,8	3,4 11,4	2,7 8,4	6,7 9,5	4,1 12,2	4,5 9,9	2,9 10,6	7,5 12,2	12,4	-	Fevereiro II	
12,7 9,4	3,7 8,5	4,4 5,6	7,5 10,1	5,1 9,8	4,5 10,6	3,4 9,3	9,1 11,8	11,8	-	Março ... III	
19,9 11,2	4,0 6,7	2,5 8,8	5,7 8,5	2,9 8,6	2,8 10,5	5,9 10,4	9,4 7,9	9,1	-	Abril IV	
25,2 10,2	5,5 10,4	1,4 5,4	4,0 7,8	2,8 10,0	2,6 9,4	4,2 9,7	13,1 8,3	7,2	-	Maio V	
29,5 12,0	3,5 11,1	0,8 8,8	2,5 6,9	1,5 12,0	1,5 5,1	5,4 7,2	11,9 6,5	5,6	-	Junho VI	
34,2 10,8	3,8 12,4	0,5 5,3	1,5 6,6	1,2 5,5	1,0 7,2	2,6 9,3	12,2 8,7	5,0	-	Julho VII	
30,5 11,2	4,7 12,0	0,6 11,3	1,4 6,5	0,8 6,0	0,7 5,6	3,7 7,0	11,1 6,7	8,5	-	Agosto .. VIII	
26,1 7,2	3,9 8,9	1,6 9,0	3,4 7,0	2,0 8,3	1,6 5,6	3,4 6,2	7,1 7,0	10,9	-	Setembro IX	
16,8 6,7	4,6 8,1	2,2 8,8	6,5 8,0	3,4 7,8	2,0 6,1	2,8 4,5	7,6 6,3	16,1	-	Outubro . X	
12,6 8,7	3,5 8,5	4,1 7,1	7,9 9,5	5,6 12,2	2,5 10,8	3,1 10,9	6,6 8,7	14,5	-	Novembro XI	
12,5 10,1	5,5 5,1	3,3 6,4	8,4 9,7	4,4 13,2	2,5 12,1	3,6 8,3	7,1 13,1	15,1	-	Dezembro XII	
241,5 11,9	43,2 9,2	28,2 7,2	64,4 9,0	57,6 10,5	29,2 9,5	39,6 8,5	110,6 8,8	131,2	-	Ano	

Número de dias												Mês
Nebulosi- dade N		Precipitação R			* Neve	△ Granizo ▲ Sarciva	☒ Trovoada	≡ Nevoeiro	☞ Orvalho	└ Geadas	☒ Solo coberto de neve	
☼ Z	☼ Z	☼ R	☼ R	☼ R								
11	6	13	12	4	0	0	1	2	1	5	0	Janeiro .. I
9	6	11	9	2	0	0	0	2	2	3	0	Fevereiro II
11	5	13	11	3	0	0	1	1	1	1	0	Março ... III
9	6	9	8	2	0	0	2	1	2	0	0	Abril IV
9	5	9	7	1	0	0	1	1	3	0	0	Maio V
6	7	4	3	0	0	0	1	1	1	0	0	Junho ... VI
5	9	2	1	0	0	0	0	3	1	0	0	Julho VII
5	8	2	1	0	0	0	0	2	2	0	0	Agosto .. VIII
6	6	5	4	1	0	0	1	3	1	0	0	Setembro IX
7	6	7	6	1	0	0	1	1	3	0	0	Outubro . X
9	7	10	9	2	0	0	1	1	1	2	0	Novembro XI
11	7	14	12	3	0	0	1	1	1	5	0	Dezembro XII
98	78	99	83	19	0	0	10	19	19	16	0	Ano

Anexo II - Representações gráficas das médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da humidade relativa às 9 e às 18 h, na estação meteorológica de Rio Maior entre 1936 e 1960.



Anexo III - Figuras ilustrativas de utensílios usados nos métodos de mineralização e quantificação de C e N da biomassa microbiana.



Frasco hermético usado na incubação de solo para determinação da respiração basal contendo recipiente com solo, recipiente com hidróxido de sódio e recipiente com água destilada.



Sistema usado na fumigação de amostras de solo com clorofórmio. Em cima à esquerda: exsiccador, circuito e bomba de vácuo; Em cima à direita: interior do exsiccador contendo copo com hidróxido de sódio e copo com pérolas de vidro para clorofórmio; Em baixo à esquerda: estrutura metálica para colocação de amostras de solo; Em baixo à direita: placas de Petri com amostras de solo.



Saco e mola de plástico usados na incubação aeróbia de solo no âmbito do estudo da mineralização do azoto.

Anexo IV - Composição das amostras de solo usadas nas determinações biológicas e respectivo teor de humidade (solo seco a 105° C) para as duas posições (L e E) dos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

Localidade	Gestão	Posição	Amostra	Árvores	Humidade %
Alguber	NT	L	1	1+8	16,4
			2	2+7	18,0
			3	3+9	19,5
			4	4+6	18,9
			5	5+10	17,3
			6	11+12	18,3
		E	1	1+8	13,3
			2	2+7	14,9
			3	3+9	14,8
			4	4+6	16,0
			5	5+10	14,6
			6	11+12	13,8
	CT+E	L	1	1	22,0
			2	2	22,3
			3	3	18,0
			4	4	15,8
			5	5	20,2
			6	6	20,7
		E	1	1	17,5
			2	2	19,8
			3	3	16,6
			4	4	18,5
			5	5	21,2
			6	6	20,1
	CT1	L	1	11+12	19,3
			2	4+9	16,4
			3	5+1	20,8
			4	2+10	15,4
			5	6+7	16,4
			6	3+8	19,5
		E	1	11+12	11,4
			2	4+9	10,5
			3	5+1	9,7
			4	2+10	11,9
			5	6+7	11,4
			6	3+8	12,8
A-dos-Ruivos	CT2	L	1	2+11	10,4
			2	4+12	9,2
			3	10+5	6,5
			4	1+6	13,9
			5	3+7	9,5
			6	8+9	8,2
		E	1	2+11	9,3
			2	4+12	7,6
			3	10+5	6,8
			4	1+6	10,8
			5	3+7	11,6
			6	8+9	11,3

Anexo V - Massa volúmica aparente (g m^{-3}) das amostras de solo colhidas nas duas posições (L e E) e nas duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) nas árvores seleccionadas nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

NT - pomar não mobilizado com enrelvamento da entrelinha.

Posição	Prof.	Árvore/ Repetição	Massa húmido	Massa seco	Massa cilindro	h1	h2	d1	d2	Volume	Humidade	MV _{ap}
	cm			g				cm		cm ³	%	g cm ⁻³
L	0-10	1/1	895,76	790,20	306,26	8,89	8,90	6,56	6,60	302,47	13,36	1,60
		1/2	891,83	797,37	357,96	8,50	8,49	6,50	6,50	281,89	11,85	1,56
		1/3	826,25	727,33	269,97	8,42	8,39	6,60	6,62	288,42	13,60	1,59
		5/1	912,45	811,96	368,35	8,50	8,50	6,50	6,50	282,06	12,38	1,57
		5/2	840,58	745,41	332,71	8,00	8,02	6,52	6,48	265,80	12,77	1,55
		5/3	910,43	811,41	362,79	8,52	8,50	6,50	6,50	282,39	12,20	1,59
		8/1	871,12	783,64	290,12	8,58	8,56	6,55	6,58	290,09	11,16	1,70
		8/2	869,93	817,49	358,94	8,50	8,50	6,50	6,50	282,06	6,41	1,63
		8/3	914,70	843,53	355,53	8,47	8,50	6,50	6,48	280,69	8,44	1,74
	10-20	1/1	896,41	797,86	254,02	8,93	8,95	6,63	6,65	309,57	12,35	1,76
		1/2	918,16	822,62	369,85	8,46	8,48	6,50	6,48	280,20	11,61	1,62
		1/3	857,38	763,89	341,94	8,02	8,04	6,50	6,50	266,46	12,24	1,58
		5/1	868,01	780,52	347,84	8,45	8,42	6,50	6,50	279,90	11,21	1,55
		5/2	920,24	831,07	360,58	8,50	8,52	6,50	6,50	282,39	10,73	1,67
		5/3	954,62	866,27	363,84	8,62	8,60	6,50	6,50	285,71	10,20	1,76
		8/1	926,52	834,77	348,38	8,53	8,51	6,46	6,48	280,12	10,99	1,74
		8/2	828,90	729,99	308,04	8,55	8,52	6,56	6,60	290,23	13,55	1,45
		8/3	897,87	805,41	349,64	8,46	8,50	6,50	6,50	281,39	11,48	1,62
E	0-10	1/1	891,90	805,05	307,31	8,40	8,42	6,50	6,50	279,07	10,79	1,78
		1/2	856,72	773,91	331,00	7,95	7,92	6,48	6,52	263,31	10,70	1,68
		1/3	898,18	810,00	289,50	8,57	8,54	6,58	6,60	291,80	10,89	1,78
		5/1	917,98	833,40	347,28	8,60	8,57	6,58	6,61	293,26	10,15	1,66
		5/2	842,10	758,64	268,42	8,33	8,30	6,63	6,65	287,93	11,00	1,70
		5/3	942,06	855,77	361,89	8,44	8,47	6,50	6,50	280,56	10,08	1,76
		8/1	910,47	826,04	287,89	8,88	8,90	6,65	6,62	307,38	10,22	1,75
		8/2	878,89	801,45	300,90	8,54	8,57	6,54	6,57	288,71	9,66	1,73
		8/3	885,91	800,52	276,50	8,54	8,55	6,58	6,60	291,46	10,67	1,80
	10-20	1/1	960,64	878,53	355,54	8,50	8,50	6,52	6,57	285,98	9,35	1,83
		1/2	969,92	885,53	308,91	8,55	8,83	6,57	6,60	295,95	9,53	1,95
		1/3	841,18	752,70	243,14	8,30	8,27	6,65	6,63	286,89	11,76	1,78
		5/1	955,53	881,06	360,02	8,45	8,47	6,46	6,50	279,00	8,45	1,87
		5/2	927,42	853,18	349,87	8,35	8,32	6,68	6,50	284,29	8,70	1,77
		5/3	884,65	800,19	312,52	8,46	8,48	6,60	6,60	289,78	10,55	1,68
		8/1	934,33	856,03	358,44	8,47	8,44	6,50	6,50	280,56	9,15	1,77
		8/2	933,12	851,91	347,77	8,47	8,50	6,45	6,45	277,24	9,53	1,82
		8/3	905,50	823,40	304,81	8,33	8,35	6,53	6,55	280,16	9,97	1,85

CT+E - pomar mobilizado com incorporação de estrume (CT+E).

Posição	Prof.	Árvore/ Repetição	Massa úmido	Massa seco	Massa cilindro	h1	h2	d1	d2	Volume	Humidade	MV _{ap}
	cm			g				cm		cm ³	%	g cm ⁻³
L	0-10	1/1	813,59	696,38	362,56	8,50	8,50	6,50	6,50	282,06	16,83	1,18
		1/2	768,93	663,75	348,90	8,50	8,50	6,52	6,54	284,67	15,85	1,11
		1/3	782,71	674,39	352,52	8,60	8,57	6,50	6,50	284,88	16,06	1,13
		3/1	866,72	748,93	355,79	8,48	8,50	6,47	6,50	280,43	15,73	1,40
		3/2	865,13	739,56	364,59	8,52	8,50	6,48	6,50	281,52	16,98	1,33
		3/3	847,40	730,98	355,58	8,44	8,47	6,50	6,50	280,56	15,93	1,34
		5/1	764,84	661,57	199,26	8,30	8,32	6,76	6,77	298,69	15,61	1,55
		5/2	875,27	774,41	318,49	8,32	8,35	6,58	6,60	284,29	13,02	1,60
		5/3	826,12	723,07	265,53	8,22	8,24	6,64	6,68	286,71	14,25	1,60
	10-20	1/1	862,45	754,34	356,14	8,44	8,46	6,48	6,50	279,53	14,33	1,42
		1/2	863,35	748,18	349,83	8,34	8,36	6,48	6,50	276,23	15,39	1,44
		1/3	831,63	712,12	303,13	8,52	8,55	6,58	6,60	291,11	16,78	1,40
		3/1	852,45	733,10	289,59	8,88	8,92	6,60	6,62	305,41	16,28	1,45
		3/2	885,70	784,34	358,04	8,50	8,50	6,52	6,50	282,92	12,92	1,51
		3/3	887,85	777,17	370,22	8,55	8,53	6,50	6,52	284,26	14,24	1,43
		5/1	856,28	750,94	302,12	8,55	8,57	6,60	6,58	291,97	14,03	1,54
		5/2	819,84	708,57	262,88	8,32	8,35	6,65	6,62	288,19	15,70	1,55
		5/3	870,32	766,32	285,16	8,54	8,56	6,60	6,58	291,63	13,57	1,65
E	0-10	1/1	883,99	769,61	350,85	8,42	8,45	6,50	6,50	279,90	14,86	1,50
		1/2	844,14	728,82	314,92	8,58	8,60	6,58	6,56	291,22	15,82	1,42
		1/3	790,96	682,61	310,81	8,54	8,57	6,59	6,62	293,13	15,87	1,27
		3/1	902,97	791,97	356,25	8,50	8,50	6,52	6,50	282,92	14,02	1,54
		3/2	869,10	745,46	307,64	8,50	8,52	6,52	6,50	283,26	16,59	1,55
		3/3	874,99	761,41	342,61	8,40	8,42	6,52	6,50	279,93	14,92	1,50
		5/1	829,44	754,19	234,36	8,00	8,00	6,59	6,63	274,53	9,98	1,89
		5/2	816,28	730,39	210,75	8,32	8,35	6,72	6,75	296,94	11,76	1,75
		5/3	867,99	783,39	269,87	8,43	8,40	6,50	6,50	279,24	10,80	1,84
	10-20	1/1	905,22	801,92	349,90	8,50	8,48	6,45	6,46	277,84	12,88	1,63
		1/2	914,23	809,97	350,38	8,46	8,48	6,50	6,50	281,06	12,87	1,64
		1/3	850,41	739,40	301,13	8,57	8,55	6,60	6,60	292,85	15,01	1,50
		3/1	916,09	823,41	350,43	8,45	8,48	6,48	6,52	280,89	11,26	1,68
		3/2	902,12	802,74	360,83	8,53	8,56	6,50	6,50	283,55	12,38	1,56
		3/3	854,46	753,90	279,79	8,55	8,53	6,60	6,60	292,17	13,34	1,62
		5/1	918,33	840,90	304,26	8,47	8,46	6,56	6,53	284,80	9,21	1,88
		5/2	933,78	854,34	349,29	8,30	8,32	6,50	6,46	274,06	9,30	1,84
		5/3	965,42	891,07	359,40	8,50	8,50	6,50	6,50	282,06	8,34	1,88

CT1 - pomar mobilizado de Alguber.

Posição	Prof.	Árvore/ Repetição	Massa húmido	Massa seco	Massa cilindro	h1	h2	d1	d2	Volume	Humidade	MV _{ap}
	cm			g				cm		cm ³	%	g cm ⁻³
L	0-10	1/1	818,21	752,57	315,26	8,57	8,60	6,53	6,55	288,39	8,72	1,52
		1/2	795,27	729,63	305,64	8,55	8,53	6,58	6,56	289,52	9,00	1,46
		1/3	785,48	712,79	273,60	8,54	8,57	6,57	6,60	291,35	10,20	1,51
		2/1	781,86	720,73	241,29	8,23	8,25	6,60	6,60	281,91	8,48	1,70
		2/2	855,82	794,63	345,06	8,42	8,44	6,50	6,50	279,73	7,70	1,61
		2/3	785,30	721,57	221,16	8,33	8,31	6,65	6,67	289,84	8,83	1,73
		3/1	789,73	693,98	263,26	8,32	8,34	6,48	6,50	275,57	13,80	1,56
		3/2	903,89	814,49	363,91	8,57	8,55	6,50	6,48	283,17	10,98	1,59
		3/3	783,15	686,52	217,95	8,28	8,30	6,80	6,77	299,74	14,08	1,56
	10-20	1/1	868,79	796,01	307,76	8,52	8,55	6,48	6,50	282,35	9,14	1,73
		1/2	874,36	806,58	356,62	8,50	8,52	6,48	6,50	281,52	8,40	1,60
		1/3	755,37	684,35	235,92	8,00	7,98	6,60	6,58	272,53	10,38	1,65
		2/1	867,63	798,22	304,98	8,55	8,55	6,58	6,55	289,42	8,70	1,70
		2/2	882,55	817,27	356,72	8,43	8,43	6,50	6,52	280,59	7,99	1,64
		2/3	888,90	821,06	356,28	8,45	8,47	6,48	6,50	279,87	8,26	1,66
		3/1	819,18	736,08	267,47	8,32	8,35	6,58	6,60	284,29	11,29	1,65
		3/2	925,33	842,30	359,61	8,50	8,48	6,50	6,50	281,72	9,86	1,71
		3/3	875,38	790,22	321,30	8,34	8,36	6,60	6,58	284,80	10,78	1,65
E	0-10	1/1	908,23	851,11	284,25	8,90	8,91	6,65	6,68	310,69	6,71	1,82
		1/2	825,07	772,55	274,08	8,24	8,22	6,64	6,61	283,70	6,80	1,76
		1/3	901,93	852,07	351,85	8,51	8,52	6,48	6,50	281,69	5,85	1,78
		2/1	861,75	829,78	361,64	8,50	8,50	6,52	6,50	282,92	3,85	1,65
		2/2	837,48	805,10	316,10	8,57	8,56	6,58	6,60	292,14	4,02	1,67
		2/3	842,54	806,28	306,02	8,45	8,48	6,60	6,58	288,73	4,50	1,73
		3/1	866,03	820,97	367,95	8,50	8,47	6,50	6,50	281,56	5,49	1,61
		3/2	788,40	744,27	293,21	8,04	8,01	6,61	6,60	274,97	5,93	1,64
		3/3	846,82	797,18	319,48	8,58	8,56	6,54	6,58	289,65	6,23	1,65
	10-20	1/1	278,59	846,25	787,84	8,35	8,35	6,53	6,54	279,67	7,52	1,82
		1/2	923,78	867,50	354,69	8,42	8,44	6,50	6,50	279,73	6,49	1,83
		1/3	768,72	708,17	202,49	8,27	8,25	6,56	6,57	279,60	8,55	1,81
		2/1	882,11	847,94	357,28	8,47	8,46	6,50	6,52	281,76	4,03	1,74
		2/2	841,24	807,62	299,43	8,42	8,44	6,60	6,60	288,41	4,16	1,76
		2/3	820,94	783,54	253,93	8,94	8,92	6,58	6,60	304,59	4,77	1,74
		3/1	794,96	740,28	254,06	8,20	8,22	6,57	6,54	277,06	7,39	1,75
		3/2	824,63	777,48	308,88	8,50	8,53	6,55	6,57	287,79	6,06	1,63
		3/3	876,77	827,16	349,32	8,40	8,37	6,50	6,48	277,38	6,00	1,72

CT2 - pomar mobilizado de A-dos-Ruivos.

Posição	Prof.	Árvore/ Repetição	Massa húmido	Massa seco	Massa cilindro	h1	h2	d1	d2	Volume	Humidade	MV _{ap}
	cm			g				cm		cm ³	%	g cm ⁻³
L	0-10	4/1	735,74	688,77	300,55	8,55	8,57	6,55	6,58	289,76	6,82	1,34
		4/2	740,78	691,32	284,49	8,55	8,57	6,60	6,55	290,64	7,15	1,40
		4/3	703,16	654,45	252,52	8,22	8,25	6,55	6,56	277,91	7,44	1,45
		8/1	778,44	745,63	354,34	8,50	8,52	6,50	6,50	282,39	4,40	1,39
		8/2	791,83	756,57	343,52	8,51	8,47	6,50	6,50	281,72	4,66	1,47
		8/3	838,87	792,66	355,48	8,53	8,51	6,50	6,50	282,72	5,83	1,55
		12/1	805,30	739,90	268,32	8,85	8,88	6,61	6,65	306,05	8,84	1,54
		12/2	815,69	751,10	282,57	8,83	8,85	6,60	6,62	303,35	8,60	1,54
		12/3	830,55	779,10	352,91	8,47	8,44	6,45	6,47	277,12	6,60	1,54
	10-20	4/1	917,80	850,56	359,76	8,46	8,47	6,50	6,48	280,03	7,91	1,75
		4/2	924,60	854,74	344,21	8,48	8,49	6,51	6,53	283,29	8,17	1,80
		4/3	828,64	763,80	286,34	8,00	8,00	6,56	6,60	272,04	8,49	1,76
		8/1	899,13	832,04	354,51	8,50	8,48	6,46	6,48	279,13	8,06	1,71
		8/2	833,07	776,01	337,30	8,01	8,04	6,46	6,44	262,21	7,35	1,67
		8/3	875,26	815,44	344,71	8,40	8,42	6,50	6,50	279,07	7,34	1,69
		12/1	840,36	788,21	279,44	8,90	8,91	6,60	6,55	302,35	6,62	1,68
		12/2	836,85	780,77	272,74	8,55	8,57	6,58	6,56	290,20	7,18	1,75
		12/3	892,35	844,59	347,32	8,46	8,44	6,47	6,50	279,10	5,65	1,78
E	0-10	4/1	854,58	799,43	285,91	8,91	8,92	6,60	6,62	305,92	6,90	1,68
		4/2	811,02	761,51	306,08	8,35	8,32	6,55	6,53	280,00	6,50	1,63
		4/3	870,50	815,83	357,27	8,45	8,47	6,47	6,50	279,43	6,70	1,64
		8/1	850,02	799,20	261,57	8,52	8,51	6,50	6,50	282,55	6,36	1,90
		8/2	776,98	719,15	232,93	8,53	8,55	6,68	6,71	300,64	8,04	1,62
		8/3	830,91	781,62	358,39	8,52	8,50	6,46	6,48	279,79	6,31	1,51
		12/1	862,20	789,83	309,05	8,58	8,60	6,50	6,53	286,36	9,16	1,68
		12/2	837,09	762,57	304,78	8,55	8,53	6,60	6,60	292,17	9,77	1,57
		12/3	865,78	797,14	341,57	8,42	8,39	6,50	6,50	278,90	8,61	1,63
	10-20	4/1	940,81	864,42	350,39	8,52	8,50	6,50	6,52	283,26	8,84	1,81
		4/2	885,40	808,96	280,37	8,56	8,54	6,60	6,58	291,63	9,45	1,81
		4/3	948,33	868,52	304,28	8,81	8,84	6,62	6,64	304,67	9,19	1,85
		8/1	881,79	811,47	344,92	8,48	8,50	6,50	6,50	281,72	8,67	1,66
		8/2	894,69	827,92	358,04	8,52	8,50	6,44	6,42	276,34	8,06	1,70
		8/3	904,68	836,51	359,48	8,50	8,50	6,46	6,43	277,30	8,15	1,72
		12/1	873,49	819,36	350,25	8,45	8,47	6,50	6,47	279,43	6,61	1,68
		12/2	865,73	811,81	312,59	8,57	8,55	6,55	6,58	289,76	6,64	1,72
		12/3	860,56	812,55	353,51	8,52	8,50	6,43	6,45	277,20	5,91	1,66

Anexo Vi - Resultados das determinações químicas realizadas nas amostras de solo colhidas nas duas posições (L e E) e duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) nas árvores seleccionadas nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

Gestão	Posição	Prof.	Árvore	pH		C	C _{nHum}	C _{HW}	N	C:N	C _{nHum} /C	C _{HW} /C	Bases de Troca				SB	Egnér-Riehm		Olsen	CaCO ₃	
				(H ₂ O)	(KCl)								P	K	P	total		activo				
				cm	g kg ⁻¹								cmol _c kg ⁻¹					μg g ⁻¹		%		
NT	L	0-10	1	8,25	7,49	3,45	0,81	0,18	0,47	7,34	0,234	0,053	9,15	2,95	0,35	0,19	12,64	89,16	76,82	17,83	1,84	1,19
			2	7,22	7,03	11,49	2,00	0,49	1,36	8,45	0,174	0,042	17,41	3,60	0,20	0,67	21,89	330,18	285,90	151,41	2,97	1,18
			3	6,37	6,00	7,41	1,46	0,34	1,10	6,74	0,197	0,045	7,25	2,52	0,21	0,82	10,81	295,77	339,00	122,97	1,61	0,59
			4	7,67	7,32	10,74	1,52	0,50	1,17	9,18	0,142	0,047	15,49	2,22	0,19	0,97	18,87	320,73	395,70	97,91	10,87	0,97
			5	6,96	6,41	7,30	1,32	0,37	1,16	6,29	0,181	0,051	11,70	2,98	0,20	0,73	15,60	344,79	310,60	135,29	1,64	0,90
			6	7,85	7,48	8,43	1,27	0,48	1,02	8,26	0,150	0,057	17,41	3,21	0,21	0,64	21,48	338,49	265,20	106,20	7,88	1,34
			7	6,20	6,01	8,17	2,49	0,39	1,04	7,86	0,305	0,047	12,30	2,31	0,12	0,96	15,69	324,08	399,10	95,25	0,98	1,11
			8	7,93	7,39	6,46	1,22	0,44	0,99	6,53	0,188	0,068	15,35	3,65	0,15	0,95	20,11	312,66	431,80	101,93	13,07	1,35
			9	7,57	7,15	7,48	1,25	0,34	1,03	7,26	0,167	0,045	8,30	3,26	0,17	0,74	12,47	158,61	312,80	105,92	4,46	0,64
			10	7,90	7,53	6,26	1,95	0,41	0,73	8,58	0,311	0,065	13,61	3,15	0,18	0,43	17,37	307,10	166,00	76,99	7,25	0,95
			11	7,98	7,49	5,79	1,82	0,37	0,89	6,50	0,314	0,063	13,71	3,28	0,32	0,78	18,08	263,06	312,90	73,80	3,84	0,85
			12	7,68	7,50	8,56	1,34	0,38	1,05	8,15	0,157	0,044	14,76	3,59	0,10	0,50	18,95	347,08	214,10	79,46	5,27	1,02
		10-20	1	7,23	6,74	8,90	2,06	0,44	1,26	7,07	0,231	0,049	7,04	3,49	0,27	0,75	11,55	320,76	309,70	98,91	3,64	0,71
			2	7,98	7,48	7,04	0,51	0,26	0,73	9,65	0,073	0,037	16,85	3,05	0,22	0,40	20,52	325,60	174,90	53,49	4,97	1,24
			3	7,73	7,30	2,67	0,45	0,17	0,56	4,76	0,169	0,065	8,36	3,10	0,09	0,50	12,05	112,40	204,00	23,83	3,85	0,48
			4	8,39	7,58	4,66	0,59	0,28	0,71	6,56	0,128	0,060	16,48	2,07	0,19	0,63	19,37	100,13	271,20	29,89	4,89	0,98
			5	7,94	7,52	4,24	0,68	0,25	0,66	6,43	0,160	0,058	10,38	3,52	0,19	0,51	14,60	142,17	270,10	39,37	4,36	1,08
			6	8,40	7,80	4,09	0,71	0,20	0,53	7,72	0,173	0,048	16,05	2,48	0,22	0,38	19,12	116,60	156,70	38,45	8,65	1,60
			7	7,30	6,52	2,99	1,04	0,19	0,55	5,44	0,348	0,062	6,99	1,78	0,20	0,51	9,49	129,91	211,80	37,04	0,58	0,60
			8	8,48	7,79	3,27	0,51	0,19	0,43	7,60	0,157	0,059	15,71	3,47	0,17	0,63	19,99	71,29	270,70	16,09	12,43	1,46
			9	8,44	7,54	3,29	0,69	0,20	0,53	6,21	0,209	0,061	9,95	3,19	0,19	0,49	13,82	48,56	207,90	22,09	3,34	0,72
			10	8,39	7,71	3,22	0,62	0,21	0,38	8,48	0,193	0,066	14,81	2,85	0,17	0,27	18,10	66,59	110,80	12,80	6,86	1,00
			11	8,54	7,65	1,92	0,61	0,18	0,41	4,68	0,320	0,095	14,88	3,19	0,40	0,33	18,79	38,04	138,50	10,80	3,00	0,79
			12	8,50	7,62	3,28	0,61	0,18	0,52	6,30	0,186	0,056	16,59	3,44	0,23	0,27	20,53	151,74	126,50	17,41	6,31	1,09

(continuação)

E	0-10	1	7,87	7,37	18,12	3,75	0,63	1,71	10,59	0,207	0,035	11,82	3,19	0,48	0,70	16,19	265,24	300,60	20,11	2,43	0,67
		2	8,07	7,41	16,11	4,41	0,82	1,81	8,90	0,274	0,051	15,99	2,76	0,20	0,61	19,56	244,66	261,00	28,52	4,15	1,02
		3	8,47	7,52	14,47	3,38	0,72	1,56	9,28	0,234	0,050	12,64	3,13	0,27	0,87	16,90	161,84	364,60	42,46	2,73	0,70
		4	8,31	7,61	14,24	2,26	0,74	1,51	9,43	0,159	0,052	16,78	2,20	0,18	0,71	19,87	245,37	310,00	36,61	5,38	1,05
		5	8,34	8,00	8,97	2,01	0,49	1,01	8,88	0,224	0,054	9,60	3,08	0,13	0,81	13,63	71,09	357,10	19,38	3,73	0,67
		6	8,64	7,68	8,19	0,40	0,44	0,88	9,31	0,049	0,054	16,16	2,44	0,21	0,72	19,53	66,20	301,90	19,65	4,58	0,91
		7	8,46	7,50	12,15	4,16	0,69	1,32	9,20	0,342	0,057	10,82	3,34	0,30	1,05	15,51	153,64	462,00	51,62	2,58	0,45
		8	8,22	7,58	11,13	3,39	0,74	1,29	8,63	0,305	0,066	15,23	3,18	0,17	0,76	19,33	156,63	339,90	37,09	9,61	1,07
		9	7,94	7,63	14,55	2,27	0,56	1,31	11,11	0,156	0,039	8,64	3,17	0,28	1,06	13,15	328,39	477,10	56,71	2,65	0,44
		10	8,03	7,18	13,80	2,41	0,74	1,45	9,52	0,175	0,054	15,40	2,82	0,17	0,64	19,03	216,89	275,50	40,54	9,57	0,84
		11	8,03	7,51	20,52	5,25	1,13	2,16	9,50	0,256	0,055	15,39	3,10	0,33	0,96	19,78	233,07	410,50	56,47	5,05	0,84
		12	8,15	7,57	15,71	5,62	0,82	2,06	7,63	0,358	0,052	17,25	2,88	0,20	0,83	21,16	239,79	359,70	55,50	7,12	0,83
	10-20	1	8,42	7,95	3,24	0,94	0,30	0,82	3,95	0,292	0,093	9,81	3,48	0,47	0,87	14,63	57,94	365,40	59,04	2,87	0,83
		2	8,68	7,76	4,10	0,38	0,28	0,65	6,30	0,094	0,067	15,66	2,53	0,23	0,63	19,05	51,04	261,40	9,19	4,22	1,11
		3	8,89	7,95	4,08	0,74	0,30	0,62	6,58	0,181	0,075	12,48	3,50	0,22	0,78	16,97	54,55	330,90	9,15	4,18	0,88
		4	8,76	7,80	4,44	0,74	0,34	0,70	6,34	0,166	0,077	15,75	2,02	0,16	0,88	18,82	339,06	376,50	33,50	5,38	1,15
		5	8,83	7,78	3,28	0,40	0,23	0,53	6,20	0,121	0,071	9,09	3,39	0,31	0,78	13,57	20,80	333,80	1,03	2,45	0,67
		6	8,63	7,62	4,26	0,78	0,21	0,59	7,22	0,184	0,050	15,45	2,44	0,24	0,66	18,79	21,64	279,20	2,93	4,46	0,84
		7	8,98	8,09	1,45	0,49	0,23	0,40	3,61	0,337	0,161	8,32	2,99	0,26	1,04	12,60	34,37	452,80	5,38	1,31	0,35
		8	8,84	7,87	3,46	0,74	0,25	0,59	5,86	0,213	0,072	14,79	3,17	0,18	0,65	18,78	93,12	287,40	9,76	11,11	1,10
		9	8,54	7,48	4,19	0,81	0,25	0,67	6,26	0,194	0,059	7,76	3,02	0,34	1,23	12,34	321,86	540,70	42,60	1,28	0,52
		10	8,60	7,78	5,84	0,88	0,38	0,72	8,11	0,151	0,065	13,34	2,36	0,16	0,71	16,56	666,46	325,40	60,25	10,23	1,07
		11	8,93	8,01	3,50	1,13	0,33	0,65	5,39	0,323	0,093	13,90	2,91	0,38	1,02	18,21	35,36	438,50	10,41	4,58	0,62
		12	8,81	7,77	4,48	0,79	0,24	0,68	6,58	0,176	0,054	16,88	2,62	0,20	0,87	20,57	44,60	380,60	23,33	7,73	0,95

Gestão	Posição	Prof.	Árvore	pH		C	C _{nHum}	C _{HW}	N	C:N	C _{nHum} /C	C _{HW} /C	Bases de Troca				SB	Egnér-Riehm		Olsen	CaCO ₃	
				(H ₂ O)	(KCl)								P	K	P	total		activo				
				cm	g kg ⁻¹								cmol _c kg ⁻¹					μg g ⁻¹		%		
CT1	L	0-10	1	7,63	6,86	8,15	1,44	0,36	0,93	8,77	0,177	0,044	6,15	2,41	0,37	0,55	9,48	24,08	142,52	7,41	1,25	0,36
			2	8,49	7,82	9,46	2,24	0,45	1,22	7,73	0,237	0,048	16,79	2,09	0,60	0,91	20,39	113,25	162,28	22,83	14,76	1,30
			3	8,48	7,85	11,16	2,47	0,62	1,44	7,74	0,222	0,055	17,09	2,12	0,44	0,71	20,37	94,70	239,30	11,59	8,54	1,14
			4	8,51	7,88	10,52	1,40	0,29	1,14	9,23	0,133	0,027	18,16	1,99	0,12	0,45	20,72	104,50	169,02	14,84	18,12	1,56
			5	8,56	7,94	9,04	2,02	0,31	1,12	8,08	0,223	0,034	17,86	1,90	0,21	0,54	20,52	83,39	188,86	10,53	9,10	1,30
			6	8,86	7,88	9,34	1,98	0,49	1,14	8,17	0,212	0,053	17,95	1,67	0,08	0,51	20,21	104,45	186,24	9,90	8,83	1,20
			7	8,75	7,80	9,22	1,48	0,26	1,02	9,03	0,160	0,028	19,65	1,88	0,25	0,41	22,19	82,01	138,90	6,49	8,73	1,15
			8	8,69	7,80	7,37	1,30	0,29	0,98	7,51	0,176	0,039	19,23	1,90	0,11	0,39	21,64	97,14	129,00	10,16	12,06	1,36
			9	8,54	7,89	9,43	1,40	0,44	1,18	7,95	0,149	0,047	18,58	1,91	0,11	0,52	21,11	105,75	183,70	16,87	9,29	1,44
			10	8,65	7,93	9,28	1,71	0,27	1,10	8,45	0,184	0,029	18,46	1,65	0,33	0,63	21,07	95,18	139,20	9,99	10,06	1,24
			11	8,68	7,79	8,69	1,26	0,27	1,00	8,69	0,145	0,032	18,58	1,81	0,08	0,40	20,87	103,05	168,70	9,50	9,55	1,08
			12	8,58	7,72	9,82	1,97	0,31	1,10	8,89	0,201	0,031	19,21	1,89	0,33	0,47	21,90	118,14	142,40	10,22	7,52	1,14
		10-20	1	7,96	7,32	5,26	0,77	0,23	0,66	8,01	0,147	0,044	6,85	2,86	0,32	0,34	10,37	18,05	90,84	3,51	0,68	0,42
			2	7,73	8,02	4,78	1,20	0,29	0,87	5,51	0,252	0,061	17,23	1,94	0,28	0,34	19,79	90,30	95,24	9,02	13,79	1,31
			3	8,81	8,10	5,98	0,65	0,27	0,72	8,31	0,110	0,045	16,23	1,96	0,23	0,41	18,83	62,52	135,24	1,61	9,97	1,48
			4	8,70	7,84	5,27	0,62	0,21	0,65	8,17	0,118	0,039	18,19	2,18	0,20	0,27	20,83	43,29	123,56	4,33	28,52	1,69
			5	8,80	7,97	4,53	0,71	0,18	0,66	6,91	0,156	0,039	17,34	1,66	0,29	0,30	19,59	35,35	131,48	1,19	11,51	1,40
			6	8,82	7,85	5,60	0,78	0,31	0,84	6,65	0,140	0,055	17,91	1,91	0,40	0,32	20,55	47,41	98,70	2,60	8,73	1,13
			7	8,86	7,76	5,78	0,48	0,19	0,72	8,07	0,083	0,033	19,28	2,05	0,10	0,23	21,65	58,60	89,75	1,54	8,83	1,26
			8	8,79	7,69	4,47	0,59	0,16	0,64	7,00	0,132	0,035	19,75	2,28	0,27	0,23	22,52	52,96	65,39	2,17	10,20	1,35
			9	8,88	7,83	5,01	0,75	0,24	0,76	6,55	0,150	0,049	19,01	2,10	0,12	0,36	21,60	52,85	106,80	2,94	8,15	1,27
			10	8,82	7,87	5,84	0,76	0,18	0,78	7,50	0,130	0,031	19,11	2,05	0,33	0,41	21,90	44,37	86,20	1,47	8,64	1,15
			11	8,78	7,90	6,76	0,72	0,19	0,75	9,04	0,107	0,029	19,70	2,11	0,28	0,22	22,31	46,61	77,24	2,92	6,79	1,19
			12	8,68	7,75	6,48	1,13	0,19	0,87	7,48	0,175	0,029	19,46	2,15	0,32	0,32	22,25	80,92	93,65	3,46	6,06	1,10

(continuação)

E	0-10	1	8,31	7,55	6,01	1,21	0,24	0,65	9,20	0,201	0,040	8,75	2,88	0,79	0,39	12,82	24,57	82,22	3,86	0,67	0,39
		2	8,81	8,01	4,37	0,89	0,29	0,67	6,48	0,204	0,067	16,59	2,26	0,29	0,40	19,53	34,64	107,84	3,74	12,93	1,16
		3	8,88	8,01	5,99	1,19	0,31	0,80	7,46	0,199	0,052	16,40	1,94	0,24	0,42	19,00	53,98	111,96	4,56	10,09	1,20
		4	8,80	7,96	5,26	0,92	0,22	0,80	6,55	0,176	0,041	17,54	2,02	0,10	0,30	19,96	62,28	101,42	3,07	19,06	1,51
		5	8,84	8,07	6,53	1,19	0,32	0,72	9,12	0,182	0,049	16,68	1,90	0,22	0,28	19,07	55,39	98,38	3,74	7,81	1,26
		6	8,53	7,91	6,27	0,87	0,38	0,90	6,99	0,138	0,061	17,44	1,68	0,22	0,36	19,71	31,82	88,34	4,98	10,58	1,10
		7	8,55	7,82	6,16	1,11	0,25	0,82	7,47	0,181	0,041	18,70	1,88	0,25	0,34	21,16	32,82	68,42	0,81	10,49	1,44
		8	8,70	7,80	6,40	0,95	0,31	0,77	8,33	0,149	0,049	19,28	2,05	0,69	0,73	22,76	45,78	79,26	2,77	13,83	1,47
		9	8,64	7,65	7,55	0,86	0,34	0,90	8,41	0,114	0,045	18,30	2,07	0,26	0,36	20,98	47,61	113,30	2,52	8,64	0,99
		10	8,56	7,84	8,12	0,99	0,29	0,97	8,36	0,122	0,036	18,39	1,74	0,32	0,31	20,76	80,80	90,60	5,22	10,72	1,22
		11	8,79	7,85	9,45	1,87	0,35	1,00	9,44	0,198	0,037	18,93	1,87	0,24	0,34	21,38	82,35	103,80	5,39	7,78	1,10
		12	8,44	7,80	7,78	1,66	0,34	0,92	8,50	0,214	0,044	19,20	2,03	0,36	0,23	21,83	70,53	78,63	3,78	5,89	1,06
	10-20	1	8,65	7,47	3,17	0,57	0,14	0,39	8,07	0,179	0,045	6,14	3,47	0,86	0,36	10,82	19,25	77,38	2,36	0,76	0,33
		2	8,93	8,13	2,28	0,48	0,16	0,43	5,33	0,209	0,069	15,78	2,26	0,23	0,22	18,48	24,89	108,90	1,05	12,96	1,25
		3	8,92	7,91	4,39	0,58	0,19	0,62	7,06	0,132	0,043	16,43	2,49	0,15	0,21	19,27	41,28	86,34	1,12	10,39	1,31
		4	8,83	7,93	3,50	0,53	0,13	0,51	6,87	0,151	0,037	17,60	2,22	0,12	0,19	20,12	22,56	73,00	0,98	19,21	1,71
		5	8,80	7,87	3,50	0,58	0,19	0,52	6,74	0,165	0,055	17,63	2,40	0,20	0,16	20,39	30,88	82,98	1,12	6,59	1,19
		6	8,75	7,92	4,85	0,65	0,17	0,66	7,32	0,134	0,034	17,71	1,92	0,24	0,21	20,08	57,82	114,38	0,91	9,95	1,16
		7	8,75	7,92	7,38	0,55	0,17	0,61	12,15	0,075	0,024	18,90	2,18	0,23	0,24	21,55	67,25	198,10	2,62	12,61	1,37
		8	8,70	7,81	3,99	0,56	0,18	0,54	7,33	0,140	0,045	19,15	2,60	0,91	0,72	23,38	46,66	71,50	1,35	11,46	1,47
		9	8,57	7,79	4,25	0,51	0,17	0,61	7,00	0,119	0,041	19,08	2,35	0,38	0,49	22,30	26,79	73,85	1,25	7,99	1,18
		10	8,72	7,83	4,54	0,48	0,16	0,68	6,64	0,105	0,035	18,49	2,08	0,34	0,24	21,14	37,55	64,32	2,10	9,60	1,07
		11	8,85	7,88	3,56	0,48	0,17	0,62	5,71	0,134	0,048	18,73	2,49	0,32	0,23	21,76	36,33	85,56	1,48	7,20	1,36
		12	8,62	7,98	3,37	0,44	0,16	0,58	5,83	0,131	0,049	18,65	2,68	1,18	0,65	23,16	33,46	54,75	1,91	4,91	1,02

Gestão	Posição	Prof.	Árvore	pH		C	C _{nHum}	C _{HW}	N	C:N	C _{nHum} /C	C _{HW} /C	Bases de Troca				SB	Egnér-Riehm		Olsen	CaCO ₃	
				(H ₂ O)	(KCl)								P	K	P	total		activo				
				cm	g kg ⁻¹								cmol _c kg ⁻¹					μg g ⁻¹			%	
CT2	L	0-10	1	8,17	7,07	9,32	2,67	0,34	0,88	10,59	0,287	0,037	17,56	2,28	0,56	0,23	20,63	108,62	100,70	13,82	1,95	0,55
			2	8,40	7,05	12,66	0,94	0,32	0,75	16,88	0,074	0,026	20,44	2,11	0,35	0,48	23,38	144,64	202,10	25,43	1,95	0,78
			3	8,18	6,99	10,77	1,67	0,35	0,85	12,67	0,155	0,033	17,06	0,87	0,26	0,48	18,68	140,53	195,90	21,39	1,19	0,61
			4	8,10	6,99	11,64	1,73	0,42	1,11	10,49	0,148	0,036	18,94	1,06	0,20	0,82	21,02	204,27	318,30	33,29	1,43	0,63
			5	7,37	6,00	8,24	1,46	0,27	0,78	10,56	0,177	0,033	11,31	1,22	0,17	0,41	13,11	44,03	175,90	15,52	0,30	0,50
			6	8,03	6,44	7,10	0,94	0,24	0,68	10,44	0,132	0,033	14,75	1,21	0,23	0,37	16,57	55,41	169,20	15,82	0,55	0,67
			7	8,33	7,05	7,23	0,43	0,33	0,65	11,12	0,059	0,046	25,45	1,22	0,17	0,25	27,09	56,62	127,50	15,44	3,01	0,99
			8	8,41	7,10	5,99	0,96	0,30	0,57	10,51	0,160	0,049	23,84	0,89	0,16	0,21	25,09	27,51	95,14	7,01	4,70	1,11
			9	8,39	7,16	6,90	0,96	0,33	0,64	10,77	0,139	0,047	24,01	1,01	0,15	0,27	25,44	41,28	116,70	9,48	7,76	0,51
			10	8,39	7,20	6,86	0,83	0,35	0,65	10,55	0,121	0,051	23,08	0,88	0,04	0,27	24,28	26,90	127,30	7,80	12,64	2,59
			11	8,14	6,95	8,24	1,60	0,39	0,79	10,43	0,194	0,047	20,46	1,37	0,04	0,49	22,36	95,85	177,90	30,19	4,66	0,59
			12	7,06	5,64	8,38	1,45	0,26	0,75	11,17	0,173	0,031	9,88	2,41	0,06	0,29	12,64	46,10	127,90	19,69	3,69	0,29
		10-20	1	8,22	7,09	5,16	0,15	0,22	0,44	11,73	0,029	0,042	16,15	2,18	0,48	0,17	18,98	55,548	78,69	3,29	1,15	0,55
			2	8,14	7,17	5,71	0,46	0,24	0,51	11,19	0,080	0,042	21,49	2,01	0,42	0,28	24,19	96,088	122,90	10,15	2,02	0,84
			3	8,22	6,99	7,67	0,56	0,21	0,59	13,01	0,073	0,027	20,46	0,91	0,38	0,24	21,99	95,552	99,97	6,11	1,60	0,63
			4	8,25	7,11	7,43	0,92	0,26	0,69	10,78	0,124	0,034	19,66	0,98	0,19	0,39	21,22	123,664	163,00	13,59	2,01	0,68
			5	8,11	6,81	5,26	0,33	0,13	0,44	11,95	0,063	0,024	11,86	1,04	0,18	0,18	13,26	19,592	80,26	4,01	0,39	0,52
			6	8,10	6,83	4,57	0,13	0,15	0,44	10,38	0,030	0,033	14,04	1,06	0,22	0,17	15,48	20,126	76,19	3,88	0,81	0,54
			7	8,38	7,10	4,37	0,38	0,19	0,41	10,65	0,087	0,044	24,84	1,15	0,18	0,16	26,32	28,426	76,13	5,37	1,33	0,92
			8	8,35	7,10	4,55	0,31	0,18	0,38	11,96	0,067	0,039	23,70	0,94	0,15	0,14	24,93	9,496	67,16	1,71	4,81	0,77
			9	8,31	7,15	4,50	0,11	0,15	0,36	12,51	0,025	0,034	23,13	0,86	0,15	0,14	24,29	11,086	65,46	1,44	4,20	1,04
			10	8,40	7,13	4,79	0,65	0,19	0,35	13,67	0,136	0,039	23,50	0,86	0,04	0,12	24,52	8,33	59,99	1,31	15,02	2,91
			11	8,05	6,74	5,75	0,75	0,23	0,50	11,50	0,131	0,039	21,80	1,11	0,05	0,16	23,13	41,704	88,90	5,48	6,99	0,68
			12	7,92	6,60	4,13	0,34	0,07	0,25	16,52	0,081	0,018	9,18	2,15	0,06	0,11	11,50	10,614	50,14	3,57	0,40	0,37

(continuação)

E	0-10	1	8,41	7,02	4,93	0,50	0,16	0,47	10,49	0,101	0,033	15,69	1,76	0,28	0,34	18,07	407,99	146,00	76,21	1,22	0,53
		2	8,42	7,06	10,28	2,06	0,45	0,85	12,09	0,201	0,044	22,04	1,37	0,34	0,34	24,09	130,48	147,50	13,06	2,56	0,68
		3	8,37	6,98	7,48	1,49	0,35	0,80	9,35	0,199	0,046	19,44	0,75	0,04	0,37	20,60	105,52	166,90	12,25	3,72	0,65
		4	8,29	6,98	7,77	1,37	0,32	0,88	8,83	0,176	0,041	21,58	1,11	0,10	0,35	23,14	153,92	154,70	16,83	1,77	1,21
		5	7,75	6,14	7,55	1,08	0,27	0,70	10,78	0,143	0,035	16,09	1,08	0,09	0,26	17,52	46,73	112,80	5,13	0,83	0,87
		6	8,10	6,51	7,54	1,27	0,29	0,83	9,09	0,169	0,038	17,21	1,15	0,06	0,37	18,80	69,69	158,80	14,32	0,84	0,59
		7	8,31	6,99	6,93	0,79	0,32	0,65	10,66	0,114	0,046	30,70	1,00	0,07	0,18	31,95	35,33	128,40	5,38	7,10	1,68
		8	8,39	7,02	6,48	1,05	0,31	0,65	9,97	0,162	0,048	23,33	0,75	0,05	0,18	24,32	21,95	160,10	4,23	6,53	1,45
		9	8,45	7,09	7,04	0,98	0,35	0,76	9,27	0,139	0,049	22,47	0,86	0,06	0,19	23,58	29,91	90,68	6,44	6,33	1,40
		10	8,53	7,25	6,89	0,79	0,33	0,72	9,56	0,115	0,048	23,90	1,02	0,07	0,23	25,23	24,25	112,90	9,26	13,67	2,43
		11	8,29	7,05	9,71	1,50	0,38	0,89	10,91	0,154	0,039	22,05	1,32	0,07	0,26	23,70	40,43	108,80	11,27	1,05	0,47
		12	7,20	5,34	6,86	1,24	0,27	0,58	11,82	0,180	0,040	13,06	1,19	0,04	0,19	14,48	56,48	85,79	10,82	0,72	0,28
	10-20	1	8,24	7,00	4,53	0,20	0,17	0,42	10,77	0,045	0,038	15,46	1,78	0,21	0,26	17,71	101,55	116,80	15,55	0,99	0,50
		2	8,39	7,12	5,77	0,11	0,17	0,43	13,41	0,019	0,030	22,00	1,40	0,18	0,23	23,80	153,92	135,00	6,98	2,60	0,71
		3	8,37	6,98	5,00	0,26	0,18	0,49	10,20	0,051	0,036	22,86	0,59	0,06	0,17	23,68	136,53	78,78	3,03	2,23	0,52
		4	8,38	7,11	6,05	0,62	0,20	0,53	11,41	0,102	0,032	23,15	0,98	0,10	0,19	24,41	108,04	91,02	4,85	2,65	0,71
		5	8,22	6,82	4,98	0,34	0,14	0,49	10,16	0,069	0,028	16,96	1,01	0,07	0,14	18,18	52,67	63,46	2,23	0,80	0,61
		6	8,30	6,84	4,63	0,27	0,13	0,41	11,28	0,059	0,029	19,85	0,97	0,07	0,16	21,05	51,56	70,23	3,59	1,27	0,69
		7	8,42	7,08	4,08	0,26	0,18	0,43	9,50	0,063	0,045	25,93	0,99	0,06	0,14	27,11	31,01	52,80	0,56	4,24	1,34
		8	8,39	7,00	4,49	0,15	0,15	0,37	12,13	0,032	0,034	24,19	0,81	0,04	0,14	25,18	11,09	71,16	0,00	0,59	1,04
		9	8,35	6,95	4,52	0,31	0,18	0,49	9,22	0,068	0,041	24,20	0,85	0,04	0,13	25,21	30,40	81,68	1,93	1,59	0,70
		10	8,47	7,04	4,42	0,29	0,15	0,35	12,62	0,066	0,033	25,35	1,20	0,06	0,12	26,74	6,46	76,43	0,33	12,74	2,29
		11	8,12	6,63	4,77	0,56	0,22	0,44	10,84	0,117	0,046	25,13	1,65	0,06	0,15	26,99	20,82	69,03	1,70	1,59	0,79
		12	7,25	5,38	4,40	0,17	0,10	0,33	13,32	0,040	0,023	9,93	1,86	0,05	0,12	11,96	34,05	52,57	6,13	0,16	0,85

Anexo VII - Resultados das determinações de C e N da biomassa microbiana (mg g^{-1}) das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

Gestão	Posição	Amostra/ Repetição	Fumigado		Não Fumigado		C _{mic}	N _{mic}
			C	N	C	N		
			mg L ⁻¹				mg g ⁻¹	
NT	L	1/1	221,75	54,55	133,85	41,85	318,38	31,28
		1/2	199,35	49,70	145,35	45,50		
		1/3	213,40	51,20	126,80	45,65		
		2/1	201,30	58,15	135,95	55,80	412,50	12,84
		2/2	276,30	61,60	121,55	60,50		
		2/3	213,70	53,35	131,90	47,40		
		3/1	254,60	59,25	116,35	41,95	492,71	68,29
		3/2	230,00	55,15	107,40	37,55		
		3/3	219,00	52,45	112,60	36,45		
		4/1	240,75	71,75	139,65	64,50	434,24	52,35
		4/2	256,90	85,70	148,95	66,50		
		4/3	247,15	77,05	134,80	64,75		
		5/1	210,50	73,70	121,40	60,30	336,32	60,49
		5/2	213,15	78,30	130,35	58,60		
		5/3	207,55	74,40	135,35	63,60		
		6/1	253,70	60,05	143,05	41,35	463,31	75,48
		6/2	244,65	58,85	136,15	40,20		
		6/3	267,75	60,05	146,85	42,00		
	E	1/1	465,95	65,45	179,40	20,95	1590,11	222,68
		1/2	662,95	75,45	192,85	17,15		
		1/3	522,90	65,10	178,80	13,75		
		2/1	424,50	55,85	185,25	14,05	1057,88	179,69
		2/2	433,90	53,45	170,25	11,35		
		2/3	426,35	56,10	183,65	13,35		
		3/1	420,10	62,80	153,30	12,35	1291,09	218,87
		3/2	490,95	69,20	161,50	14,60		
		3/3	470,30	62,90	157,55	13,85		
		4/1	616,25	85,25	199,20	15,35	1774,99	309,27
		4/2	621,90	90,55	216,15	17,30		
		4/3	652,60	93,20	207,90	15,50		
		5/1	348,90	42,60	173,05	11,45	634,43	118,39
		5/2	352,00	41,45	197,65	13,05		
		5/3	314,25	37,10	198,85	13,50		
		6/1	423,60	57,00	166,95	12,30	1095,74	180,49
		6/2	388,50	49,40	163,65	10,45		
		6/3	437,20	55,85	155,60	13,80		

Gestão	Posição	Amostra/ Repetição	Fumigado		Não Fumigado		C _{mic}	N _{mic}	
			C	N	C	N			
			mg L ⁻¹				mg g ⁻¹		
CT+E	L	1/1	302,35	91,95	104,95	43,60	603,95	135,06	
		1/2	248,65	76,05	111,65	49,90			
		1/3	236,75	74,25	106,55	44,85			
		2/1	357,10	62,25	323,70	33,20	123,36	30,85	
		2/2	334,20	58,65	119,90	17,35			
		2/3	360,30	64,35	131,95	15,65			
		3/1	312,30	48,50	126,55	17,20	702,38	124,99	
		3/2	291,25	45,80	130,55	20,45			
		3/3	258,20	45,35	90,45	10,50			
		4/1	416,75	65,55	185,25	18,05	1053,44	200,11	
		4/2	476,65	68,65	196,20	16,35			
		4/3	422,60	60,95	183,60	18,10			
		5/1	370,40	59,00	178,10	13,90	675,52	155,82	
		5/2	330,10	51,35	181,70	16,55			
		5/3	337,60	50,45	170,65	13,25			
		6/1	367,80	58,15	165,95	17,10	871,71	180,15	
		6/2	474,45	74,55	179,25	17,15			
		6/3	356,90	58,55	194,20	20,65			
	E		1/1	438,60	91,25	140,35	38,80	959,17	180,73
			1/2	360,10	78,45	140,00	38,60		
			1/3	347,55	78,55	168,00	39,35		
			2/1	314,05	46,00	157,75	16,05	725,10	139,09
			2/2	325,50	48,80	155,95	11,20		
			2/3	349,35	48,40	132,50	11,85		
			3/1	296,70	50,25	124,40	12,60	574,88	127,12
			3/2	297,65	47,75	100,65	11,65		
			3/3	284,40	49,10	240,35	31,45		
			4/1	345,55	52,95	156,00	15,70	845,84	157,53
			4/2	363,45	54,75	164,15	18,10		
			4/3	379,10	57,40	145,10	15,30		
			5/1	349,95	48,75	145,10	12,70	819,21	155,56
			5/2	347,60	53,05	160,30	13,95		
			5/3	379,90	56,70	148,00	13,35		
			6/1	329,30	47,60	121,45	11,70	815,08	143,49
			6/2	302,70	44,45	112,40	11,80		
			6/3	337,40	50,35	123,50	11,15		

Gestão	Posição	Amostra/ Repetição	Fumigado		Não Fumigado		C _{mic}	N _{mic}
			C	N	C	N		
			mg L ⁻¹				mg g ⁻¹	
CT1	L	1/1	326,65	60,10	154,45	25,20	680,64	144,00
		1/2	316,30	59,60	145,45	25,05		
		1/3	309,00	59,75	146,05	22,15		
		2/1	293,15	57,35	229,35	27,40	399,69	111,26
		2/2	265,25	50,60	154,00	26,40		
		2/3	256,70	49,40	144,90	23,70		
		3/1	294,20	68,65	164,95	42,55	508,81	105,79
		3/2	281,00	66,55	166,75	42,30		
		3/3	303,45	72,00	161,70	42,25		
		4/1	213,05	55,30	142,35	39,95	349,08	78,77
		4/2	236,35	61,35	138,50	40,80		
		4/3	243,80	61,45	164,85	41,50		
		5/1	296,65	55,75	142,05	25,85	619,46	118,99
		5/2	357,90	56,90	155,90	27,05		
		5/3	306,20	56,60	218,20	30,95		
		6/1	295,05	89,50	170,65	69,40	573,50	134,29
		6/2	339,15	102,40	210,00	67,65		
		6/3	356,10	113,35	181,95	68,05		
	E	1/1	290,93	42,47	190,18	26,85	595,42	105,62
		1/2	303,67	42,33	170,34	16,65		
		1/3	326,60	51,88	157,50	21,66		
		2/1	402,79	46,97	220,57	31,87	889,79	112,36
		2/2	430,98	52,75	199,30	23,68		
		2/3	426,60	52,87	243,92	21,70		
		3/1	305,29	31,30	206,74	14,64	593,18	90,36
		3/2	315,38	32,16	200,12	15,24		
		3/3	362,15	41,45	181,89	14,99		
		4/1	385,69	46,00	208,39	18,93	817,44	144,43
		4/2	388,35	48,91	193,38	12,44		
		4/3	377,05	47,31	192,37	12,45		
		5/1	419,30	46,93	211,85	18,68	950,09	143,77
		5/2	404,98	48,64	214,65	16,36		
		5/3	487,50	54,70	241,74	17,85		
		6/1	426,32	45,44	238,95	16,88	659,64	111,94
		6/2	364,26	46,23	256,23	18,17		
		6/3	400,18	40,67	241,57	20,24		

Gestão	Posição	Amostra/ Repetição	Fumigado		Não Fumigado		C _{mic}	N _{mic}	
			C	N	C	N			
			mg L ⁻¹				mg g ⁻¹		
CT2	L	1/1	367,09	55,89	175,54	21,45	957,44	174,38	
		1/2	404,61	63,07	170,14	20,67			
		1/3	376,05	58,90	160,84	18,96			
		2/1	367,11	50,22	156,86	18,26	834,14	153,39	
		2/2	298,42	50,07	142,53	15,49			
		2/3	351,67	52,56	166,39	17,70			
		3/1	672,95	74,66	411,88	34,14	820,57	166,74	
		3/2	500,73	64,35	370,97	29,80			
		3/3	498,08	59,87	362,35	27,94			
		4/1	322,57	49,80	193,68	21,16	532,34	115,40	
		4/2	309,97	50,16	187,37	23,00			
		4/3	302,92	46,60	183,46	21,97			
		5/1	423,31	56,54	207,66	17,81	998,46	175,34	
		5/2	461,47	65,12	225,80	24,75			
		5/3	430,02	61,05	219,39	23,90			
		6/1	393,68	50,79	263,86	23,62	649,51	123,87	
		6/2	386,52	48,80	247,51	20,80			
		6/3	406,13	50,07	250,26	24,24			
	E		1/1	373,84	42,77	318,36	25,77	299,87	87,61
			1/2	374,83	44,08	304,79	24,31		
			1/3	370,83	42,67	298,09	21,51		
			2/1	507,92	55,97	190,54	17,70	1438,76	149,29
			2/2	518,59	53,48	184,65	27,39		
			2/3	480,67	48,59	198,04	16,04		
			3/1	470,69	72,84	200,66	17,19	1227,04	232,66
			3/2	502,93	67,45	200,04	15,48		
			3/3	431,37	60,31	214,26	18,13		
			4/1	431,20	55,24	318,62	21,57	518,73	150,33
			4/2	427,35	52,63	303,30	19,71		
			4/3	441,18	56,95	328,93	22,45		
			5/1	421,70	53,98	253,58	19,53	836,28	164,50
			5/2	434,39	54,46	244,44	17,11		
			5/3	441,93	56,62	232,46	16,79		
			6/1	486,25	53,86	286,23	25,64	1034,52	157,92
			6/2	515,90	64,13	223,11	21,96		
			6/3	432,52	55,37	225,82	18,97		

Anexo VIII - Volume de HCl (mL) gasto na titulação e teor de C-CO₂ absorvido (mg kg⁻¹ dia⁻¹) ao longo de 119 dias de incubação nas amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

		Dia	1		2		3		4		7		15		28		56		119	
Gestão	Posição	Amostra	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂
NT	L	1	9,534	13,17	9,866	7,61	9,616	6,64	9,622	10,87	9,658	3,54	9,266	2,97	9,066	2,78	9,242	0,82	10,266	2,19
		2	9,528	13,87	9,884	6,44	9,586	8,97	9,624	10,94	9,482	7,90	9,266	3,02	8,866	3,96	8,428	2,96	9,988	2,55
		3	9,528	14,12	9,838	9,99	9,618	6,75	9,628	10,85	9,594	5,27	9,212	3,58	8,728	4,83	8,372	3,17	9,462	3,22
		4	9,494	16,54	9,918	4,00	9,596	8,33	9,582	14,17	9,55	6,32	9,162	4,02	8,708	4,91	8,282	3,38	9,522	3,13
		5	9,51	15,06	9,81	11,76	9,688	1,49	9,594	13,03	9,502	7,35	9,026	5,18	8,542	5,74	8,028	3,97	9,708	2,85
		6	9,586	9,65	9,846	9,25	9,566	10,46	9,654	8,77	9,536	6,61	9,034	5,16	8,528	5,88	8,148	3,71	8,934	3,79
E	1	9,51	14,36	9,672	20,77	9,504	14,16	9,648	8,69	9,262	12,55	8,496	9,52	7,868	9,06	6,932	6,50	7,808	4,81	
	2	9,472	17,30	9,79	12,83	9,506	14,27	9,604	11,95	9,468	7,94	8,764	7,33	8,036	8,32	7,286	5,73	7,766	4,94	
	3	9,46	18,13	9,72	17,74	9,55	11,16	9,644	9,12	9,378	10,04	8,94	5,78	8,162	7,63	7,41	5,41	7,6	5,12	
	4	9,482	16,82	9,67	21,57	9,422	20,46	9,494	19,96	9,544	6,24	8,074	13,59	7,086	13,64	6,448	7,94	6,006	7,00	
	5	9,546	12,05	9,868	7,30	9,552	10,99	9,692	5,72	9,574	5,43	9,148	3,94	8,668	4,87	7,968	4,00	9,21	3,32	
	6	9,412	21,28	9,714	17,97	9,392	22,04	9,596	12,36	9,256	12,77	8,424	10,21	7,692	10,06	6,514	7,58	6,926	5,81	
CT+E	L	1	9,47	19,04	9,81	12,46	9,496	16,35	9,704	5,35	9,186	15,90	8,852	7,16	7,882	9,99	7,36	6,05	5,718	7,90
		2	9,332	29,75	9,776	15,13	9,454	19,64	9,582	14,78	9,234	14,72	8,162	13,84	7,73	10,92	7,298	6,24	8,578	4,42
		3	9,516	14,75	9,804	12,30	9,598	8,09	9,624	10,94	9,422	9,37	8,86	6,74	8,224	7,58	7,474	5,46	9,302	3,35
		4	9,374	24,49	9,742	16,40	9,518	13,58	9,524	17,79	9,172	15,06	8,444	10,27	7,528	11,20	7,15	6,14	7,756	5,01
		5	9,596	9,13	9,892	6,01	9,58	9,66	9,69	6,27	9,568	5,96	9,002	5,58	8,528	6,02	8,022	4,13	9,102	3,68
		6	9,442	20,85	9,738	17,71	9,538	12,90	9,6	13,13	9,268	13,57	8,458	10,77	7,95	9,43	7,83	4,68	9,018	3,80
E	1	9,242	34,60	9,812	11,64	9,46	18,08	9,452	23,39	9,208	14,50	8,446	10,46	7,794	9,94	7,722	4,78	8,12	4,69	
	2	9,45	20,02	9,8	12,87	9,496	15,90	9,622	11,34	9,268	13,42	8,388	11,31	7,398	12,50	7,026	6,78	8,094	4,86	
	3	9,416	21,68	9,732	17,26	9,598	7,95	9,638	9,74	9,376	10,31	8,652	8,49	7,948	8,97	7,194	6,08	9,048	3,58	
	4	9,31	30,01	9,668	22,39	9,544	12,11	9,614	11,75	9,43	9,23	8,372	11,27	7,43	12,12	7,338	5,85	8,144	4,72	
	5	9,388	25,10	9,862	8,38	9,508	15,27	9,568	15,65	9,26	13,86	8,272	12,61	6,65	17,11	6,854	7,37	7,738	5,38	
	6	9,364	26,54	9,766	15,47	9,542	12,50	9,564	15,73	9,532	6,86	8,476	10,52	7,386	12,62	7,108	6,58	8,302	4,63	
Ensaio Branco		EB1	9,702		9,98		9,654		9,78		9,772		9,76		9,384		9,802		12,294	
		EB2	9,754		9,974		9,748		9,736		9,716		9,542		9,648		9,58		12,524	

		Dia	1		2		3		4		7		15		28		56		119	
Gestão	Posição	Amostra	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂	HCl	C-CO ₂
CT1	L	1	9,526	14,24	9,87	7,58	9,596	8,36	9,676	7,25	9,418	9,61	9,01	5,45	8,492	6,16	7,834	4,59	9,106	3,63
		2	9,534	13,17	9,9	5,17	9,652	4,05	9,66	8,15	9,534	6,51	9,026	5,12	8,578	5,48	7,926	4,19	9,546	3,01
		3	9,508	15,86	9,822	11,36	9,672	2,76	9,686	6,63	9,56	6,21	8,892	6,67	8,514	6,15	7,734	4,94	8,752	4,12
		4	9,514	14,43	9,892	5,67	9,568	9,96	9,704	4,93	9,534	6,43	9,118	4,24	8,796	4,22	8,136	3,61	9,246	3,31
		5	9,502	15,47	9,826	10,48	9,59	8,51	9,798	-1,76	9,554	6,03	8,968	5,64	8,388	6,53	7,974	4,07	8,824	3,83
		6	9,388	24,57	9,806	12,38	9,574	10,03	9,614	11,90	9,39	10,34	8,772	7,69	8,31	7,23	7,728	4,88	8,72	4,10
	E	1	9,374	23,26	9,808	11,10	9,578	8,84	9,746	1,86	9,512	6,64	8,994	5,10	8,774	4,15	8,434	2,73	10,486	1,83
		2	9,504	14,31	9,798	11,67	9,556	10,22	9,542	15,52	9,49	7,06	9,06	4,50	8,764	4,16	8,362	2,87	9,97	2,36
		3	9,582	9,00	9,88	6,11	9,68	1,89	9,722	3,42	9,598	4,61	9,25	2,88	8,938	3,23	8,718	2,00	10,428	1,85
		4	9,462	17,41	9,836	9,27	9,636	4,94	9,666	7,32	9,59	4,91	9,31	2,44	8,864	3,70	8,824	1,79	10,48	1,84
		5	9,442	18,66	9,89	5,55	9,616	6,27	9,69	5,66	9,784	0,50	9,062	4,53	8,602	5,04	7,9	4,02	9,718	2,65
		6	9,228	33,69	9,846	8,67	9,65	4,03	9,714	4,10	9,49	7,25	8,986	5,25	8,752	4,33	8,25	3,22	9,934	2,46
CT2	L	1	9,442	18,45	9,88	6,16	9,618	6,06	9,71	4,25	9,564	5,40	9,096	4,19	8,446	5,79	8,17	3,33	9,588	2,76
		2	9,404	20,72	9,864	7,14	9,52	12,46	9,658	7,64	9,63	3,88	8,91	5,67	8,492	5,48	8,142	3,35	9,432	2,89
		3	9,416	19,35	9,696	17,71	9,528	11,58	9,62	9,85	9,362	9,50	9,536	0,49	8,784	3,88	8,252	3,00	9,82	2,41
		4	9,498	15,30	9,82	10,59	9,572	9,51	9,732	2,89	9,772	0,79	9,068	4,60	8,726	4,52	8,476	2,70	10,24	2,15
		5	9,492	14,95	9,842	8,62	9,466	16,08	9,618	10,31	9,408	8,80	8,846	6,22	8,32	6,37	7,576	4,70	8,342	4,04
		6	9,466	16,45	9,82	9,94	9,56	9,71	9,74	2,19	9,482	7,06	9,048	4,48	8,868	3,53	8,374	2,77	10,042	2,22
	E	1	9,48	15,70	9,796	11,64	9,504	13,52	9,624	9,88	9,378	9,43	8,796	6,62	8,534	5,27	8,108	3,43	10,084	2,20
		2	9,45	17,36	9,682	18,82	9,526	11,85	9,608	10,74	9,282	11,34	8,59	8,17	7,648	9,60	7,21	5,45	8,538	3,76
		3	9,414	19,54	9,806	10,69	9,604	6,73	9,682	5,89	9,25	11,93	8,896	5,64	7,974	7,90	7,408	4,95	8,948	3,31
		4	9,42	20,01	9,718	17,08	9,498	14,16	9,676	6,56	9,276	11,88	8,654	7,92	7,81	9,11	7,168	5,75	9,426	2,94
		5	9,292	28,88	9,722	16,97	9,384	22,02	9,686	5,94	9,254	12,49	8,552	8,86	8,04	7,99	8,06	3,64	8,88	3,56
		6	9,386	22,42	9,818	10,41	9,426	19,10	9,622	10,24	9,326	10,82	8,934	5,60	8,274	6,74	7,55	4,86	9,302	3,09
Ensaio Branco		EB3	9,64		9,962		9,654		9,846		9,818		9,46		9,516		9,282		12,548	
		EB4	9,774		10,358		9,778		9,732		9,918		9,624		9,732		9,582		11,37	

Anexo IX - Teores de N-NH_4^+ (mg kg^{-1}) ao longo de 112 dias de incubação aeróbia das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

Dia			0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
NT	L	1	5,42	0,85	2,42	4,97	2,28	1,89	1,82	1,73	1,57	1,76
		2	2,59	0,83	2,30	3,92	2,52	1,76	1,92	1,52	0,97	1,82
		3	2,44	0,68	2,08	3,50	2,70	1,79	1,96	1,69	1,17	1,73
		4	2,25	0,84	1,78	2,95	2,38	1,82	1,89	1,80	1,28	2,01
		5	2,09	0,87	1,96	2,86	2,39	1,93	1,50	1,69	1,29	2,05
		6	2,22	0,68	1,74	2,90	2,43	1,71	1,73	1,64	1,25	1,46
	E	1	2,31	0,78	1,62	2,90	2,27	2,17	1,51	1,43	1,30	1,51
		2	2,49	0,94	2,00	2,96	2,50	8,19	1,85	1,90	1,49	1,91
		3	2,50	0,86	1,75	2,82	2,52	1,91	1,85	1,67	1,12	1,75
		4	2,70	1,02	1,76	3,00	2,56	1,88	1,73	1,56	1,50	1,67
		5	2,29	0,94	1,65	2,71	2,34	1,75	1,77	1,69	1,10	1,94
		6	2,40	0,90	1,84	2,78	2,60	1,91	1,98	1,63	1,20	1,90
CT+E	L	1	2,20	0,80	1,94	2,65	2,60	1,63	1,51	1,23	1,06	1,60
		2	3,09	0,76	1,86	2,45	2,70	1,69	1,90	1,40	1,35	1,25
		3	2,36	0,84	1,78	2,84	2,71	1,90	1,99	1,60	0,94	1,89
		4	2,53	0,81	1,62	2,68	2,71	1,97	1,91	1,64	0,97	2,05
		5	2,30	0,74	1,34	2,79	2,66	1,78	1,63	1,39	1,13	1,77
		6	2,07	0,83	1,48	2,49	2,37	1,62	1,86	1,35	1,23	1,99
	E	1	2,96	0,84	1,57	2,89	2,35	1,92	1,62	1,38	1,03	1,76
		2	2,53	1,04	1,61	2,55	2,51	1,95	1,84	1,51	1,25	1,51
		3	2,39	0,85	1,47	2,60	2,73	2,07	1,57	1,47	1,20	1,66
		4	2,61	0,75	1,53	2,56	2,41	2,27	2,40	1,60	1,28	1,69
		5	2,24	0,77	1,44	2,65	2,39	1,87	1,53	1,46	1,06	1,55
		6	3,30	0,93	1,68	2,57	2,39	1,75	1,59	1,28	1,12	1,77
CT1	L	1	1,80	0,80	1,27	2,37	2,13	1,95	0,95	1,35	1,12	1,36
		2	1,87	0,60	1,17	2,44	2,18	1,64	1,45	1,11	1,00	1,36
		3	1,74	0,67	1,25	2,52	2,06	1,76	0,94	1,41	1,41	1,31
		4	2,01	0,60	1,24	2,60	2,34	1,91	0,99	1,43	1,27	1,40
		5	1,95	0,69	1,40	2,66	2,24	1,83	0,93	1,38	1,01	1,40
		6	2,51	1,02	1,52	2,50	2,29	1,83	0,93	1,16	1,17	1,39
	E	1	1,95	0,75	1,16	2,67	2,56	1,83	0,89	1,27	1,10	1,30
		2	1,72	0,59	1,32	2,66	2,42	1,81	0,91	1,14	1,03	1,07
		3	2,25	0,58	1,24	2,46	2,27	1,88	0,91	1,15	1,09	1,46
		4	1,65	0,77	1,41	2,58	2,38	1,79	0,89	1,20	0,94	1,41
		5	1,79	0,68	1,62	2,58	2,40	2,07	1,01	1,22	1,07	1,35
		6	1,79	0,63	1,58	2,59	2,33	1,73	0,95	1,22	1,29	1,65
CT2	L	1	1,27	0,72	1,77	2,63	2,30	1,87	0,96	1,14	0,96	1,53
		2	1,60	0,88	1,83	2,85	2,35	2,02	0,89	1,04	1,17	1,85
		3	3,35	1,02	1,82	2,71	2,22	1,67	0,89	1,21	1,07	1,46
		4	1,68	1,01	1,95	3,20	2,39	2,18	1,01	1,45	1,35	1,85
		5	1,37	0,94	1,99	2,89	2,30	1,80	1,02	1,15	0,94	1,46
		6	1,26	0,95	2,20	2,51	2,26	1,26	0,95	0,85	0,92	1,24
	E	1	1,17	0,72	2,40	2,79	2,14	1,60	1,10	1,24	1,31	1,64
		2	1,22	0,88	2,63	2,69	2,38	1,58	1,01	1,24	1,09	1,68
		3	1,40	0,91	1,16	2,70	2,42	1,62	1,05	1,37	1,21	1,41
		4	1,04	0,83	1,24	2,71	2,57	1,83	1,01	1,68	1,59	1,25
		5	1,33	0,76	1,07	2,91	2,23	1,46	0,98	1,01	1,31	1,26
		6	1,39	1,08	0,99	2,92	2,49	1,36	1,12	1,26	1,17	1,39

Anexo X - Teores de N-NO_3^- (mg kg^{-1}) ao longo de 112 dias de incubação aeróbia das amostras de solo compostas correspondentes às duas posições (L e E) nos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

Dia			0	7	14	28	42	56	70	84	98	112
NT	L	1	31,58	39,44	40,68	53,24	59,70	62,42	82,47	87,79	86,62	88,47
		2	40,84	40,26	47,69	54,72	62,21	57,73	73,84	76,37	74,43	85,49
		3	23,89	29,42	37,32	50,47	59,52	61,19	69,96	81,39	69,48	78,41
		4	46,97	52,31	52,23	73,66	102,68	80,21	94,05	106,28	100,15	111,97
		5	43,10	50,24	59,14	80,33	87,90	90,66	97,21	106,71	111,85	100,75
		6	22,99	29,29	37,49	51,41	67,25	65,53	80,06	92,79	91,98	102,17
	E	1	1,05	7,46	16,27	31,85	59,60	71,59	96,57	109,61	122,78	149,11
		2	0,62	4,91	10,94	23,95	45,46	61,64	90,10	113,98	132,38	157,22
		3	1,45	11,63	20,71	33,72	55,40	68,56	88,85	112,50	125,47	139,64
		4	0,97	10,43	21,64	47,40	88,58	100,08	117,41	147,83	164,95	170,34
		5	0,67	6,13	11,64	23,28	41,82	60,96	66,83	79,18	83,76	88,96
		6	1,14	7,39	14,16	29,39	47,13	55,71	85,25	107,07	127,87	165,29
CT+E	L	1	37,47	51,21	59,84	82,51	109,01	113,44	130,09	133,65	160,91	169,44
		2	8,65	20,16	31,66	49,61	75,27	75,72	86,74	96,81	97,98	102,16
		3	5,34	12,75	21,16	39,37	60,11	66,68	88,07	95,74	107,96	109,98
		4	9,50	21,34	33,26	51,26	68,85	78,00	85,58	69,99	75,01	71,33
		5	7,50	15,75	23,31	31,88	39,41	51,58	60,25	57,83	70,66	76,64
		6	7,63	12,80	25,05	44,50	51,61	77,56	70,14	65,61	78,60	82,94
	E	1	23,30	39,38	55,43	77,80	96,13	118,13	131,80	134,83	149,38	173,52
		2	1,40	1,78	11,26	33,11	46,13	61,62	79,64	84,53	94,92	112,74
		3	1,60	6,80	14,56	29,50	9,82	72,71	82,91	87,52	98,35	128,83
		4	2,62	14,84	17,96	8,02	45,81	7,88	2,73	2,08	0,82	0,82
		5	2,47	9,09	16,96	36,77	53,58	75,67	85,54	90,10	98,63	111,24
		6	1,32	8,51	18,24	32,09	42,56	65,12	57,69	55,34	49,01	38,74
CT1	L	1	12,69	17,07	23,15	33,48	45,47	49,03	62,49	55,97	60,44	60,88
		2	13,41	17,87	22,55	33,25	42,28	54,69	60,51	58,48	66,94	71,46
		3	29,69	32,74	41,13	58,10	64,36	79,75	83,55	71,38	89,76	85,30
		4	24,26	27,45	30,23	40,63	46,18	58,52	62,15	56,69	73,10	73,94
		5	16,39	24,01	28,70	42,92	53,44	67,92	69,42	64,92	76,78	74,48
		6	41,95	47,97	48,30	68,46	73,65	81,16	92,39	83,48	100,82	92,68
	E	1	0,20	3,06	4,07	10,46	17,69	21,75	31,06	26,77	38,73	41,14
		2	0,20	0,80	2,37	8,98	21,25	26,85	39,87	35,98	45,89	46,85
		3	0,93	0,79	2,34	9,72	17,21	19,44	24,58	29,54	35,44	34,32
		4	0,16	0,77	1,48	10,19	15,13	22,01	25,52	30,20	38,47	33,86
		5	0,05	0,87	1,80	8,07	15,16	20,90	25,21	33,28	38,82	42,49
		6	0,12	2,40	4,60	11,80	18,88	26,24	30,62	32,69	46,69	52,54
CT2	L	1	1,94	5,53	9,45	18,73	21,92	31,72	37,37	41,50	55,04	56,18
		2	0,87	5,44	10,54	21,86	25,49	36,48	44,22	47,60	62,82	64,33
		3	5,31	16,59	21,61	34,66	37,61	47,16	56,25	47,62	60,57	52,70
		4	0,99	3,62	9,15	24,19	26,40	36,15	39,75	44,95	55,62	58,82
		5	0,56	2,76	8,24	22,33	27,83	37,09	46,41	55,36	73,23	75,70
		6	0,68	3,07	5,94	14,26	16,94	25,22	27,73	32,85	41,75	43,35
	E	1	0,19	1,54	3,87	12,96	15,96	22,11	29,71	31,80	41,01	43,55
		2	0,28	3,03	7,07	19,83	25,02	37,72	51,81	58,15	77,10	83,46
		3	0,73	3,10	3,74	15,55	21,38	23,08	31,16	25,30	29,32	21,01
		4	0,75	2,11	4,99	16,89	24,83	32,38	24,17	17,48	10,99	7,47
		5	0,30	1,46	1,17	16,91	19,77	27,51	33,33	38,90	50,96	55,09
		6	0,33	3,51	6,70	16,93	24,57	31,60	39,08	39,58	51,07	55,74

Anexo XI - Biomassa da parte aérea da vegetação espontânea e número de intersecções para cada espécie identificada nas entrelinhas dos quatro pomares em estudo (NT, CT+E, CT1 e CT2).

	Amostra	Peso Caixa (g)	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)	Biomassa (g m ⁻²)
NT	1	27,64	330,46	103,69	304,20
	2	15,24	190,26	65,58	201,36
	3	27,00	242,31	87,13	240,52
	4	27,40	340,88	105,83	313,72
	5	39,98	490,00	144,26	417,12
CT+E	1	15,20	301,46	82,61	269,64
	2	15,00	148,23	64,79	199,16
	3	15,28	273,48	110,25	379,88
	4	27,90	418,25	146,32	473,68
	5	15,00	268,86	80,60	262,40
CT1	1	15,48	198,92	69,40	215,68
	2	15,33	300,78	77,99	250,64
	3	15,11	262,41	81,23	264,48
	4	28,44	288,67	100,87	289,72
	5	15,00	215,80	68,52	214,08
CT2	1	28,18	679,05	130,58	409,60
	2	28,20	406,09	104,25	304,20
	3	27,79	427,93	114,70	347,64
	4	27,01	227,65	71,75	178,96
	5	27,34	289,82	83,29	223,80

Espécie	NT	CT+E	CT1	CT2
<i>Poa annua</i> L.	128	98	43	
<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.		2	172	
<i>Lolium rigidum</i> (Gaud.)	50	71		
<i>Medicago polymorpha</i> L.	8	25		19
<i>Senecio vulgaris</i> L.		3		21
<i>Phalaris arundinacea</i> (L.)	5			15
<i>Lavatera cretica</i> L.	5	4	1	7
<i>Calendula arvensis</i> L.				15
<i>Geranium dissectum</i> L.	2	2		2
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	2	3		
<i>Sinapis arvensis</i> L.		1		4
<i>Erodium chium</i> (L.) Wild.				4
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	4			
<i>Nothoscordum gracile</i> (Aiton) Stearn.	2			
<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.			1	
Total	206	209	217	87

Anexo XII - Resumos das análises de variância dos efeitos dos factores 'Gestão', 'Posição' e 'Profundidade' sobre os indicadores de qualidade (n.s. - não significativo; * - significativo para $p < 0,05$; ** - significativo para $p < 0,01$).

Massa volúmica aparente (MV_{ap})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,6094	3	0,2031	18,77	0,000000	**
Posição	0,4516	1	0,4516	41,74	0,000000	**
Profundidade	0,6228	1	0,6228	57,56	0,000000	**
Gestão*Posição	0,0722	3	0,0241	2,22	0,088583	n.s.
Gestão*Profundidade	0,1132	3	0,0377	3,49	0,017759	*
Posição*Profundidade	0,0179	1	0,0179	1,66	0,200583	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	0,0644	3	0,0215	1,98	0,119494	n.s.
Erro	1,3850	128	0,0108			

Reacção do solo (pH- H_2O)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	13,6099	3	4,5366	38,67	0,000000	**
Posição	1,7785	1	1,7785	15,16	0,000147	**
Profundidade	2,8427	1	2,8427	24,23	0,000002	**
Gestão*Posição	3,3269	3	1,1090	9,45	0,000009	**
Gestão*Profundidade	2,0112	3	0,6704	5,71	0,000985	**
Posição*Profundidade	0,0084	1	0,0084	0,07	0,789355	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	0,0518	3	0,0173	0,15	0,931396	n.s.
Erro	17,8309	152	0,1173			

Reacção do solo (pH-KCl)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	25,1358	3	8,3786	63,47	0,000000	**
Posição	0,6283	1	0,6283	4,76	0,030673	*
Profundidade	1,0908	1	1,0908	8,26	0,004627	**
Gestão*Posição	1,7095	3	0,5698	4,32	0,005941	**
Gestão*Profundidade	0,5338	3	0,1779	1,35	0,261079	n.s.
Posição*Profundidade	0,0187	1	0,0187	0,14	0,706972	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	0,0633	3	0,0211	0,16	0,923276	n.s.
Erro	20,0664	152	0,1320			

Carbonatos totais (CaCO_3 t) e calcário activo (CaCO_3 a)

Fontes de Variação	Carbonatos	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	CaCO_3 t	1090,037	3	363,346	21,8229	0,000000	**
	CaCO_3 a	3,3702	3	1,1234	6,5411	0,000344	**
Posição	CaCO_3 t	0,183	1	0,183	0,0110	0,916707	n.s.
	CaCO_3 a	0,0016	1	0,0016	0,0096	0,922268	n.s.
Profundidade	CaCO_3 t	0,010	1	0,010	0,0006	0,980418	n.s.
	CaCO_3 a	0,0559	1	0,0559	0,3254	0,569201	n.s.
Gestão*Posição	CaCO_3 t	3,398	3	1,133	0,0680	0,976841	n.s.
	CaCO_3 a	0,5602	3	0,1867	1,0872	0,356406	n.s.
Gestão*Profundidade	CaCO_3 t	10,158	3	3,386	0,2034	0,893937	n.s.
	CaCO_3 a	0,1269	3	0,0423	0,2463	0,863867	n.s.
Posição*Profundidade	CaCO_3 t	2,255	1	2,255	0,1354	0,713367	n.s.
	CaCO_3 a	0,0043	1	0,0043	0,0251	0,874285	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	CaCO_3 t	1,581	3	0,527	0,0317	0,992403	n.s.
	CaCO_3 a	0,1089	3	0,0363	0,2113	0,888440	n.s.
Erro	CaCO_3 t	2530,763	152	16,650			n.s.
	CaCO_3 a	26,1049	152	0,1717			n.s.

Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ extraíveis e Soma das Bases

Fontes de Variação	Bases	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	Ca ²⁺	1297,19	3	432,40	28,513	0,000000	**
	Mg ²⁺	73,9201	3	24,6400	137,413	0,000000	**
	Na ⁺	0,707350	3	0,235783	11,3835	0,000001	**
	K ⁺	5,52036	3	1,84012	83,303	0,000000	**
	Soma	628,32	3	209,44	15,241	0,000000	**
Posição	Ca ²⁺	24,75	1	24,75	1,632	0,203343	n.s.
	Mg ²⁺	0,0125	1	0,0125	0,070	0,791941	n.s.
	Na ⁺	0,044010	1	0,044010	2,1248	0,146999	n.s.
	K ⁺	0,00092	1	0,00092	0,042	0,838675	n.s.
	Soma	25,43	1	25,43	1,851	0,175736	n.s.
Profundidade	Ca ²⁺	0,27	1	0,27	0,018	0,893436	n.s.
	Mg ²⁺	0,0324	1	0,0324	0,181	0,671280	n.s.
	Na ⁺	0,004011	1	0,004011	0,1937	0,660516	n.s.
	K ⁺	0,60932	1	0,60932	27,584	0,000000	**
	Soma	0,00	1	0,00	0,000	1,000000	n.s.
Gestão*Posição	Ca ²⁺	33,08	3	11,03	0,727	0,537258	n.s.
	Mg ²⁺	1,0272	3	0,3424	1,910	0,130407	n.s.
	Na ⁺	0,349838	3	0,116613	5,6300	0,001098	**
	K ⁺	0,89623	3	0,29874	13,524	0,000000	**
	Soma	17,49	3	5,83	0,424	0,735863	n.s.
Gestão*Profundidade	Ca ²⁺	8,36	3	2,79	0,184	0,907274	n.s.
	Mg ²⁺	1,0041	3	0,3347	1,867	0,137611	n.s.
	Na ⁺	0,031623	3	0,010541	0,5089	0,676724	n.s.
	K ⁺	0,02079	3	0,00693	0,314	0,815388	n.s.
	Soma	9,09	3	3,03	0,221	0,882035	n.s.
Posição*Profundidade	Ca ²⁺	0,03	1	0,03	0,002	0,963240	n.s.
	Mg ²⁺	0,0758	1	0,0758	0,423	0,516522	n.s.
	Na ⁺	0,000132	1	0,000132	0,0064	0,936460	n.s.
	K ⁺	0,20997	1	0,20997	9,505	0,002434	**
	Soma	0,32	1	0,32	0,023	0,879000	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	Ca ²⁺	3,21	3	1,07	0,071	0,975610	n.s.
	Mg ²⁺	0,1203	3	0,0401	0,224	0,879876	n.s.
	Na ⁺	0,029227	3	0,009742	0,4704	0,703392	n.s.
	K ⁺	0,06106	3	0,02035	0,921	0,432104	n.s.
	Soma	2,33	3	0,78	0,056	0,982306	n.s.
Erro	Ca ²⁺	2305,04	152	15,16			
	Mg ²⁺	27,2557	152	0,1793			
	Na ⁺	3,148347	152	0,020713			
	K ⁺	3,35762	152	0,02209			
	Soma	2088,73	152	13,74			

Fósforo extraível pelo método de Egnér-Riehm (P_{ER})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	2843129	3	947710	134,4036	0,000000	**
Posição	132611	1	132611	18,8068	0,000026	**
Profundidade	350978	1	350978	49,7755	0,000000	**
Gestão*Posição	500491	3	166830	23,6598	0,000000	**
Gestão*Profundidade	174028	3	58009	8,2268	0,000041	**
Posição*Profundidade	33529	1	33529	4,7551	0,030749	*
Gestão*Posição*Profundidade	18458	3	6153	0,8726	0,456806	n.s.
Erro	1071786	152	7051			

Fósforo extraível pelo método de Olsen (P_O)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	184966,2	3	61655,4	213,2882	0,000000	**
Posição	182,0	1	182,0	0,6296	0,428732	n.s.
Profundidade	19553,8	1	19553,8	67,6436	0,000000	**
Gestão*Posição	28889,1	3	9629,7	33,3126	0,000000	**
Gestão*Profundidade	9024,0	3	3008,0	10,4057	0,000003	**
Posição*Profundidade	3556,1	1	3556,1	12,3017	0,000595	**
Gestão*Posição*Profundidade	3805,8	3	1268,6	4,3886	0,005414	**
Erro	43938,8	152	289,1			

Potássio extraível pelo método de Egnér-Riehm (K)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	1210238,5	3	403412,8	142,9440	0,000000	**
Posição	2059,4	1	2059,4	0,7297	0,394313	n.s.
Profundidade	75563,9	1	75563,9	26,7751	0,000001	**
Gestão*Posição	164839,9	3	54946,6	19,4696	0,000000	**
Gestão*Profundidade	6045,0	3	2015,0	0,7140	0,545066	n.s.
Posição*Profundidade	24476,7	1	24476,7	8,6730	0,003738	**
Gestão*Posição*Profundidade	11951,2	3	3983,7	1,4116	0,241615	n.s.
Erro	428970,5	152	2822,2			

Carbono orgânico total (C_{org})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	1874,9	3	625,0	198,2501	0,000000	**
Posição	181,0	1	181,0	57,4044	0,000000	**
Profundidade	1130,9	1	1130,9	358,7331	0,000000	**
Gestão*Posição	534,7	3	178,2	56,5333	0,000000	**
Gestão*Profundidade	210,9	3	70,3	22,3023	0,000000	**
Posição*Profundidade	31,1	1	31,1	9,8506	0,002040	**
Gestão*Posição*Profundidade	115,8	3	38,6	12,2436	0,000000	**
Erro	479,2	152	3,2			

Carbono não humificado (C_{nHum})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	134,1	3	44,7	84,0627	0,000000	**
Posição	16,3	1	16,3	30,6333	0,000000	**
Profundidade	68,6	1	68,6	128,9145	0,000000	**
Gestão*Posição	34,9	3	11,6	21,8969	0,000000	**
Gestão*Profundidade	9,8	3	3,3	6,1551	0,000562	**
Posição*Profundidade	5,0	1	5,0	9,4813	0,002464	**
Gestão*Posição*Profundidade	9,0	3	3,0	5,6395	0,001085	**
Erro	80,8	152	0,5			

Carbono solúvel em água quente (C_{HW})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	2,4	3	0,8	128,3847	0,000000	**
Posição	0,2	1	0,2	30,1132	0,000000	**
Profundidade	1,7	1	1,7	275,6436	0,000000	**
Gestão*Posição	0,5	3	0,2	25,7867	0,000000	**
Gestão*Profundidade	0,2	3	0,1	11,4238	0,000001	**
Posição*Profundidade	0,1	1	0,1	11,4636	0,000903	**
Gestão*Posição*Profundidade	0,1	3	0,0	7,7731	0,000073	**
Erro	0,9	152	0,0			

Fracção de carbono na forma não humificada (C_{nHum}/C_{org})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,3	3	0,1	29,1500	0,000000	**
Posição	0,0	1	0,0	0,2259	0,635249	n.s.
Profundidade	0,1	1	0,1	15,7677	0,000110	**
Gestão*Posição	0,0	3	0,0	0,5009	0,682196	n.s.
Gestão*Profundidade	0,0	3	0,0	3,3946	0,019531	*
Posição*Profundidade	0,0	1	0,0	0,5742	0,449760	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	0,0	3	0,0	0,2445	0,865157	n.s.
Erro	0,5	152	0,0			

Fracção de carbono na forma solúvel em água quente (C_{HW}/C_{org})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,0	3	0,0	36,6678	0,000000	**
Posição	0,0	1	0,0	0,4814	0,488857	n.s.
Profundidade	0,0	1	0,0	4,4628	0,036275	*
Gestão*Posição	0,0	3	0,0	3,7497	0,012349	*
Gestão*Profundidade	0,0	3	0,0	8,4359	0,000032	**
Posição*Profundidade	0,0	1	0,0	0,1095	0,741136	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	0,0	3	0,0	2,9309	0,035498	*
Erro	0,0	152	0,0			

Azoto total (N)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	25,9	3	8,6	257,5877	0,000000	**
Posição	1,7	1	1,7	50,2196	0,000000	**
Profundidade	10,4	1	10,4	310,6430	0,000000	**
Gestão*Posição	5,0	3	1,7	49,2608	0,000000	**
Gestão*Profundidade	1,7	3	0,6	16,7357	0,000000	**
Posição*Profundidade	0,3	1	0,3	7,8715	0,005679	**
Gestão*Posição*Profundidade	0,6	3	0,2	6,3716	0,000427	**
Erro	5,1	152	0,0			

Razão carbono-azoto (C:N)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	431,1	3	143,7	95,7133	0,000000	**
Posição	0,0	1	0,0	0,0009	0,975736	n.s.
Profundidade	20,9	1	20,9	13,9421	0,000266	**
Gestão*Posição	19,6	3	6,5	4,3490	0,005697	**
Gestão*Profundidade	54,2	3	18,1	12,0319	0,000000	**
Posição*Profundidade	1,0	1	1,0	0,6906	0,407253	n.s.
Gestão*Posição*Profundidade	16,6	3	5,5	3,6756	0,013589	*
Erro	228,2	152	1,5			

Carbono da biomassa microbiana (C_{mic})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	332475,5	3	110825,2	1,6300	0,197617	n.s.
Posição	1213747,5	1	1213747,5	17,8519	0,000134	**
Gestão*Posição	1084263,8	3	361421,3	5,3158	0,003532	**
Erro	2719586,3	40	67989,7			

Azoto da biomassa microbiana (N_{mic})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	10106,0	3	3368,7	2,1960	0,103487	n.s.
Posição	23132,8	1	23132,8	15,0801	0,000377	**
Gestão*Posição	49335,7	3	16445,2	10,7206	0,000026	**
Erro	61359,5	40	1534,0			

Razão carbono-azoto da biomassa microbiana (C_{mic}:N_{mic})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	113,1	3	37,7	2,7082	0,057902	n.s.
Posição	6,2	1	6,2	0,4485	0,506892	n.s.
Gestão*Posição	98,3	3	32,8	2,3539	0,086461	n.s.
Erro	556,8	40	13,9			

Quociente microbiano (Q_c)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,035143	3	0,0	13,2072	0,000004	**
Posição	0,010584	1	0,0	11,9334	0,001318	**
Gestão*Posição	0,019688	3	0,0	7,3992	0,000468	**
Erro	0,035478	40	0,0			

Quociente microbiano (Q_N)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,022390	3	0,0	40,3332	0,000000	**
Posição	0,000013	1	0,0	0,0698	0,793039	n.s.
Gestão*Posição	0,003112	3	0,0	5,6064	0,002635	**
Erro	0,007402	40	0,0			

Carbono mineralizado acumulado no final de 119 dias de incubação (C_{min})

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	743787,6	3	247929,2	18,4613	0,000000	**
Posição	118793,0	1	118793,0	8,8456	0,004961	**
Gestão*Posição	432729,4	3	144243,1	10,7406	0,000026	**
Erro	537187,4	40	13429,7			

Taxa de mineralização de carbono ao 7º e ao 119º dia (C_{min7} e C_{min119})

Fontes de Variação	Dia	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	7º	153,349	3	51,116	12,6218	0,000006	**
	119º	4343,0	3	1447,7	7,8962	0,000297	**
Posição	7º	7,733	1	7,733	1,9096	0,174682	n.s.
	119º	69,4	1	69,4	0,3784	0,541923	n.s.
Gestão*Posição	7º	103,514	3	34,505	8,5201	0,000170	**
	119º	3376,7	3	1125,6	6,1394	0,001554	**
Erro	7º	161,993	40	4,050			
	119º	7333,5	40	183,3			

Quociente metabólico (qCO_2)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	1373,35	3	457,78	1,83696	0,155973	n.s.
Posição	436,15	1	436,15	1,75015	0,193371	n.s.
Gestão*Posição	1146,69	3	382,23	1,53379	0,220572	n.s.
Erro	9968,25	40	249,21			

Azoto líquido mineralizado em 16 semanas de incubação aeróbia (N-NH_4^+ e N-NO_3^-)

Fontes de Variação	N mineral	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	N-NH_4^+	4,36782	3	1,45594	7,53535	0,000413	**
	N-NO_3^-	27059,2	3	9019,7	11,9258	0,000010	**
Posição	N-NH_4^+	0,00920	1	0,00920	0,04761	0,828379	n.s.
	N-NO_3^-	2638,0	1	2638,0	3,4879	0,069159	n.s.
Gestão*Posição	N-NH_4^+	1,00308	3	0,33436	1,73051	0,176170	n.s.
	N-NO_3^-	19682,0	3	6560,7	8,6744	0,000148	**
Erro	N-NH_4^+	7,72859	40	0,19321			
	N-NO_3^-	30252,9	40	756,3			

Taxa de mineralização líquida de azoto ($(\text{N-NH}_4^+_{\text{min}} + \text{N-NO}_3^-_{\text{min}})/\text{N}_{\text{total}}$)

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	0,010	3	0,003	8,3358	0,000200	**
Posição	0,000	1	0,000	0,2350	0,630516	n.s.
Gestão*Posição	0,005	3	0,002	4,3873	0,009240	**
Erro	0,015	40	0,000			

Biomassa da parte aérea da vegetação herbácea

Fontes de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	p	Significância
Gestão	13019	3	4340	0,6123	0,616844	n.s.
Erro	113406	16	7088			

Anexo XIII - Coeficientes de correlação (r) entre os vários indicadores de qualidade determinados para os quatro pomares em estudo. Valores a vermelho são significativos para $\alpha=0,05$.

r	ρ	pH-H ₂ O	pH-KCl	P _O	P _{ER}	K _{ER}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CaCO ₃ t	CaCO ₃ a	C _{org}	C _{nHum}	C _{hw}	N	C _{mic}	N _{mic}	C _{min}	N _{min}
ρ		0,551	0,518	-0,397	-0,424	-0,166	0,113	0,202	0,121	-0,350	0,343	0,341	-0,543	-0,419	-0,483	-0,492	-	-	-	-
pH-H ₂ O			0,757	-0,731	-0,642	-0,365	0,390	-0,129	0,032	-0,367	0,446	0,458	-0,550	-0,491	-0,528	-0,603	0,124	0,219	-0,287	-0,171
pH-KCl				-0,471	-0,436	-0,099	0,034	0,281	0,150	-0,058	0,675	0,534	-0,415	-0,267	-0,265	-0,336	-0,031	0,016	-0,156	0,027
P _O					0,919	0,520	-0,290	0,261	-0,035	0,454	-0,177	-0,203	0,722	0,743	0,688	0,817	-0,187	-0,182	0,510	0,273
P _{ER}						0,396	-0,162	0,136	-0,032	0,331	-0,185	-0,222	0,886	0,880	0,756	0,915	-0,083	-0,021	0,627	0,326
K _{ER}							-0,353	0,532	-0,136	0,838	-0,016	-0,100	0,311	0,325	0,503	0,403	0,104	0,043	0,459	0,605
Ca ²⁺								-0,768	-0,464	-0,458	0,262	0,489	-0,102	-0,185	-0,163	-0,238	0,081	0,147	-0,196	-0,297
Mg ²⁺									0,363	0,470	0,109	-0,100	-0,002	0,135	0,132	0,137	-0,103	-0,198	0,185	0,414
Na ⁺										0,127	-0,154	-0,367	0,061	0,090	0,037	0,077	-0,148	-0,122	0,024	-0,010
K ⁺											0,023	-0,160	0,297	0,303	0,503	0,410	-0,043	-0,079	0,410	0,541
CaCO ₃ t												0,787	-0,244	-0,135	-0,021	-0,131	-0,119	-0,111	-0,213	-0,184
CaCO ₃ a													-0,328	-0,250	-0,177	-0,258	-0,034	-0,068	-0,275	-0,273
C _{org}														0,943	0,873	0,954	0,109	0,211	0,706	0,456
C _{nHum}															0,857	0,961	0,164	0,247	0,575	0,453
C _{hw}																0,911	0,210	0,264	0,768	0,607
N																	0,066	0,151	0,711	0,456
C _{mic}																		0,881	0,452	0,441
N _{mic}																			0,534	0,396
C _{min}																				0,617
N _{min}																				